

IFW

Atty. Dkt. No. 044499-0202

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

Applicant: Mugen KAWAZU  
Title: SAFETY CONTROLLER  
Appl. No.: 10/775,338  
Filing Date: 02/11/2004  
Examiner: Unknown  
Art Unit: 2836

**CLAIM FOR CONVENTION PRIORITY**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

The benefit of the filing dates of the following prior foreign applications filed in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith are certified copies of said original foreign applications:

Japanese Patent Application Nos.  
JP2003-076578 filed 02/12/2003; and  
JP2003-068942 filed 03/13/2003.

Respectfully submitted,

Date: February 4, 2005

By

FOLEY & LARDNER LLP  
Customer Number: 22428  
Telephone: (202) 672-5485  
Facsimile: (202) 672-5399

William T. Ellis  
Attorney for Applicant  
Registration No. 26,874

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日

Date of Application:

2003年 3月13日

出願番号

Application Number:

特願2003-068942

[ST. 10/C]:

[JP 2003-068942]

出願人

Applicant(s):

日本制禦機器株式会社  
オムロン株式会社

BEST AVAILABLE COPY

2004年 2月26日

特許庁長官

Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

出証番号 出証特2004-3013883

【書類名】 特許願

【整理番号】 0M62173

【提出日】 平成15年 3月13日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01H 9/54

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府高槻市東天川 1 丁目 5 番 1 号 日本制禦機器株式会社内

【氏名】 河津 武玄

【発明者】

【住所又は居所】 京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 8 0 1 番地 オムロン株式会社内

【氏名】 樋口 敏之

【発明者】

【住所又は居所】 京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 8 0 1 番地 オムロン株式会社内

【氏名】 竹内 寿

【発明者】

【住所又は居所】 京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 8 0 1 番地 オムロン株式会社内

【氏名】 高市 隆一郎

【発明者】

【住所又は居所】 京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 8 0 1 番地 オムロン株式会社内

【氏名】 川池 襄

【特許出願人】

【識別番号】 592220060

【氏名又は名称】 日本制禦機器株式会社

【代表者】 山田 弘

**【特許出願人】**

**【識別番号】** 000002945  
**【氏名又は名称】** オムロン株式会社  
**【代表者】** 立石 義雄

**【代理人】**

**【識別番号】** 100098899  
**【弁理士】**  
**【氏名又は名称】** 飯塚 信市

**【先の出願に基づく優先権主張】**

**【出願日】** 平成15年 2月12日提出の特許願  
**【整理番号】** 0M62078

**【手数料の表示】**

**【予納台帳番号】** 037486  
**【納付金額】** 21,000円

**【提出物件の目録】**

**【物件名】** 明細書 1  
**【物件名】** 図面 1  
**【物件名】** 要約書 1  
**【包括委任状番号】** 9801529

**【プルーフの要否】** 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 セーフティコントローラ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基本モジュールと、1 若しくは 2 以上の拡張モジュールと、それらをバス接続する拡張用スロット付のマザーボードとを有し、

前記拡張モジュールの 1 つである入力拡張モジュールには、

1 若しくは 2 以上のセーフティスイッチが接続可能な 1 若しくは 2 以上の外部入力端子部と、

1 若しくは 2 以上の外部入力端子部からセーフティ入力信号を取り込むための入力回路と、が含まれており、

前記拡張モジュールの 1 つである出力拡張モジュールには、

危険源の出力制御系へと接続可能な外部出力端子部と、

外部出力端子部へとセーフティ出力信号を送出するための出力回路と、が含まれており、

前記基本モジュールには、

セーフティ入力信号の状態とセーフティ出力信号の状態との関係を規定するセーフティ動作プログラムを予定されるセーフティスイッチの種類のそれぞれについて記憶させた動作プログラム記憶手段と、

外部入力端子部とその外部入力端子部に接続されるべきセーフティスイッチの種類とを設定するためのスイッチ種類設定手段と、

動作プログラム記憶手段に記憶された複数種のセーフティ動作プログラムの中で、設定手段にて設定されたスイッチ種類に対応するセーフティ動作プログラムを選択し、これを設定手段にて設定された外部入力端子部に関して実行する動作プログラム実行手段と、

を具備することを特徴とするセーフティコントローラ。

【請求項 2】 前記基本モジュールにも、

1 若しくは 2 以上のセーフティスイッチが接続可能な 1 若しくは 2 以上の外部入力端子部と、

1 若しくは 2 以上の外部入力端子部からセーフティ入力信号を取り込むための

入力回路と、

危険源の出力制御系へと接続可能な外部出力端子部と、

外部出力端子部へとセーフティ出力信号を送出するための出力回路と、が含まれていることを特徴とする請求項 1 に記載のセーフティコントローラ。

【請求項 3】 前記基本モジュールには、マザーボード上の拡張用スロットから読み込まれたモジュール識別情報と基本モジュール側に設定されたモジュール識別情報との照合により、各拡張スロットに予定の拡張モジュールが装着されているか否かを診断する診断プログラムを実行する手段が含まれていることを特徴とする請求項 1 に記載のセーフティコントローラ。

【請求項 4】 前記基本モジュールには、

外部接続端子部に接続されたセーフティスイッチの故障診断を行う故障診断プログラムを予定されるセーフティスイッチの種類別に記憶させた故障診断プログラム記憶手段と、

故障診断プログラム記憶手段に記憶された複数種の故障診断プログラムの中で、設定手段にて設定されたスイッチ種別に対応する故障診断プログラムを選択し、これを設定手段にて設定された外部入力端子部に関して実行する故障診断プログラム実行手段と、

がさらに具備されていることを特徴とする請求項 1 に記載のセーフティコントローラ。

【請求項 5】 ロック解除用ソレノイドを有する電磁ロック式ドアスイッチの故障診断プログラムには、ロック解除用ソレノイドの故障を診断するソレノイド診断機能が含まれていることを特徴とする請求項 4 に記載のセーフティコントローラ。

【請求項 6】 故障診断プログラムには、セーフティスイッチに含まれる一対の連動接点から到来する 2 系統の信号間における時間差の経時的変化に基づいてセーフティスイッチの接点劣化を診断可能とする履歴生成機能が含まれていることを特徴とする請求項 4 に記載のセーフティコントローラ。

【請求項 7】 故障診断プログラムには、セーフティ出力信号を送出したのち、コンタクタ補助接点からのフィードバック信号が到来するまでの時間差の経

時的变化に基づいてコンタクタの接点劣化を診断可能とする履歴生成機能が含まれていることを特徴とする請求項 4 に記載のセーフティコントローラ。

【請求項 8】 前記基本モジュールには、基本モジュール又は拡張モジュールに設けたフィードバック入力端子から取り込まれたコンタクタ補助接点信号に基づいて危険源の出力制御系を構成するコンタクタの状態を監視する出力監視プログラムを実行する手段が含まれていることを特徴とする請求項 1 に記載のセーフティコントローラ。

【請求項 9】 前記基本モジュールには、基本モジュール又は拡張モジュールに設けた P L C 動作状態入力端子から取り込まれた P L C 動作状態信号に基づいて、前記セーフティ動作プログラムの実行結果である出力動作の可否を制御するインターロックプログラムを実行する手段が含まれていることを特徴とする請求項 1 に記載のセーフティコントローラ。

【請求項 1 0】 請求項 1 に記載のセーフティコントローラと、そのセーフティコントローラに接続された 1 若しくは 2 以上のセーフティスイッチとを具備することを特徴とするセーフティシステム。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0 0 0 1】

#### 【発明の属する技術分野】

この発明は、工場内におけるセーフティシステム（作業安全システム）の構築等に好適なセーフティコントローラに係り、特に、各種のセーフティスイッチと危険源となる生産機器等との間にあって、作業員等が危険に晒される状況を回避するための制御を実行するセーフティコントローラに関する。

##### 【0 0 0 2】

#### 【従来の技術】

工場内におけるセーフティシステムの構築のためには、各種のセーフティコントローラが採用される。この種のセーフティコントローラの基本的な機能は、各種のセーフティスイッチ（例えば、非常停止スイッチ、両手操作スイッチ、マットスイッチ、セーフティリミットスイッチ、ライトカーテン、電磁ロック式セーフティドアスイッチ等）と危険源となる生産機器（ロボットアーム、工作機械、

コンベア等)との間にあって、作業員が危険に晒される状況を判断して、当該生産機器を停止させる等の制御を実行するものである。

#### 【0 0 0 3】

従来のセーフティコントローラとしては、セーフティ P L C (Programmable Logic Controller) とセーフティリレーユニットとが知られている。セーフティ P L C とは、通常の P L C に対して、ハードウェアやソフトウェアを二重化したり、故障診断機能を付加する等により、動作信頼性を高めたものである。セーフティリレーユニットとは、セーフティスイッチと生産機器との間に介在される専用のセーフティリレーを内蔵したユニット機器である。なお、従来、接続されたセーフティスイッチの種類を自動認識して対応する動作プログラムに自動切換することにより、1 台で様々な種類のセーフティスイッチに適用可能としたセーフティリレーユニットが知られている (例えば、特許文献 1 参照)。

#### 【0 0 0 4】

##### 【特許文献 1】

特表 2 0 0 1 - 5 2 1 6 6 9 号公報

#### 【0 0 0 5】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述したセーフティ P L C は、基本的には P L C であるから、セーフティスイッチからの入力信号と危険源への出力信号との関係を規定する動作プログラムについては、ユーザであるベンダーやエンドユーザの側でプログラムしなければならず、面倒煩雑でありプログラミングのミスも生じやすい。加えて、厳格なセーフティ規格を要求する欧州等への輸出機器への組み込みに際しては、セーフティ P L C への動作プログラム組み込みが完了した時点で、セーフティ規格を満たしているか否かの認定をその都度受けねばならないから煩雑に耐えない。さらに、生産ラインにおける機器増設等によりセーフティスイッチが増加して動作プログラムの追加が必要となった場合には、その追加動作プログラムに関しても新にセーフティ規格の認定を受けることが必要となり、上述と同様な問題が生ずる。

#### 【0 0 0 6】



一方、セーフティリレーユニットにあつては、セーフティスイッチからの入力信号と危険源への出力信号との関係を規定する動作についてはハードウェア的又はソフトウェア的に固定されているから、出荷時等にセーフティ規格の認定を受けていさえすれば、実際のセーフティシステムへの組み込み完了時には重ねて認定を受ける必要はない。しかし、セーフティスイッチの種類別に専用のユニットが必要であるから、様々な種類のセーフティスイッチを含むセーフティシステムに対応するには、各スイッチの種別毎に専用のセーフティリレーユニットを購入せねばならず、発注が面倒で在庫管理も手間がかかり、コストアップが招来される。また、生産ラインにおける機器の増設等に際しても、新に追加されたセーフティスイッチに対応するリレーユニットをその都度購入せねばならず、コストアップが招来される。

#### 【0007】

なお、特許文献1に記載の1台で様々な種類のセーフティスイッチに適用可能としたCPU内蔵型のセーフティリレーユニットにあつては、1個のセーフティスイッチにしか適用できないから、複数個のセーフティスイッチを含むセーフティシステムに対応するためには、それぞれCPUを内蔵する複数台のセーフティリレーユニットが必要となり、著しいコストアップが招来される。

#### 【0008】

この発明は、上述の問題点に着目してなされたものであり、その目的とするところは、予め予定された複数種類のセーフティスイッチのいずれかであれば、どの種類のセーフティスイッチにも簡単な操作で必要な動作プログラムを設定することができ、しかも欧州等への輸出に際しても、セーフティシステムへの組み込みの都度、セーフティ規格認定を受ける必要がないセーフティコントローラを提供することにある。

#### 【0009】

この発明の他の目的とするところは、上記に加えて、多数のセーフティスイッチを含むセーフティシステムを構築する場合、或いは既設のセーフティシステムにおいてセーフティスイッチを増設する場合等に、これを低コストに実現することができるようにした拡張性の高いセーフティコントローラを提供することにあ

る。

#### 【0010】

この発明のさらに他の目的又は作用効果については、以下の明細書の記述を参照することにより、当業者であれば容易に理解されるであろう。

#### 【0011】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明のセーフティコントローラは、基本モジュールと、1若しくは2以上の拡張モジュールと、それらをバス接続する拡張用スロット付のマザーボードとを有する。

#### 【0012】

前記拡張モジュールの1つである入力拡張モジュールには、1若しくは2以上のセーフティスイッチが接続可能な1若しくは2以上の外部入力端子部と、1若しくは2以上の外部入力端子部からセーフティ入力信号を取り込むための入力回路と、が含まれている。ここで、『セーフティスイッチ』とは、危険源である装置や機械に人が接近した状態等を検知するため、或いは機械を停止させるためのスイッチやセンサのことであり、具体的には、セーフティマットスイッチ、非常停止スイッチ、両手操作スイッチ、テープスイッチ、ライトカーテン等々がこれに相当する。これらのセーフティスイッチは、フェールセーフ機能や故障診断機能等を備えたり、ハードウェアやソフトウェアの多重化を施す等によって安全性乃至信頼性を高めている。これらのセーフティスイッチの端子数や端子配列はその種類によって区々である。したがって、1個の外部入力端子部には、予定される種類のセーフティスイッチのどれが接続されてもよいだけ数の外部端子が用意されている。また、入力回路にも、予定されるどのような種類のセーフティスイッチが接続されても、各外部端子に対して所望の信号を送出又は取り込み可能な回路構成が含まれている。

#### 【0013】

前記拡張モジュールの1つである出力拡張モジュールには、危険源の出力制御系へと接続可能な外部出力端子部と、外部出力端子部へとセーフティ出力信号を送出するための出力回路と、が含まれている。ここで、『危険源の出力制御系』

とは、例えば、危険源であるロボットアーム、工作機械、コンベア等々の駆動源をオンオフさせるマグネットスイッチ（マグネットコンタクタ：電磁接触器）の制御回路等を意味している。外部出力端子部に接続される機器や素子は1つには限らない。そのため、外部出力端子部には、想定される出力制御系に併せて必要な数の外部出力端子が用意されている。出力回路を構成する出力素子としては、電磁リレーに限らず、半導体スイッチング素子を内蔵したソリッドステートリレー（SSR）等も採用することができる。これらの出力素子の数も外部出力端子の数に応じて適宜に決定される。

#### 【0014】

前記基本モジュールには、セーフティ入力信号の状態とセーフティ出力信号の状態との関係を規定するセーフティ動作プログラムを予定されるセーフティスイッチの種類別に記憶させた動作プログラム記憶手段と、外部入力端子部とその外部入力端子部に接続されるべきセーフティスイッチの種類を設定するためのスイッチ種類設定手段と、動作プログラム記憶手段に記憶された複数種のセーフティ動作プログラムの中で、設定手段にて設定されたスイッチ種類に対応するセーフティ動作プログラムを選択し、これを設定手段にて設定された外部入力端子部に関して実行する動作プログラム実行手段と、が含まれている。ここで、『セーフティ動作プログラム』とは、要するに、1若しくは2以上の外部入力端子部に接続されたセーフティスイッチのそれぞれの動作状態（オン状態／オフ状態）を各セーフティスイッチの構成に対応して判定し、それらの判定結果を規定の論理に当て嵌めて最終的な出力状態を生成して、外部出力端子部の各外部端子に接続された機器や素子へと送出するための動作を実現するプログラムである。一般的な例としては、セーフティシステムにおいては、全てのセーフティスイッチがオン状態であるときに限り、危険源の駆動源（モータ等）のマグネットコンタクタはオンとされ、セーフティスイッチのいずれか1つがオフ状態のときに、同コンタクタはオフとされる。勿論、例外も存在する。

#### 【0015】

このような構成によれば、どんな種類のセーフティスイッチがどの外部出力端子部に接続されるかの設定を行うだけで、該当するセーフティ動作プログラムが

自動的に作動することとなるため、あとは該当する外部入力端子部並びに外部出力端子部にセーフティスイッチ並びに出力素子や機器を接続するだけで、セーフティ PLC のように、セーフティ動作プログラムに関するプログラミングを行わずとも、所望のセーフティシステムを簡単かつ迅速に構築することができる。また、セーフティ動作プログラムに関しては規定のプログラムを使用するものであるから、工場出荷時等にセーフティ規格の認定をひとたび受けておけば、どのようなセーフティシステムを構築するについても、その後は、改めてセーフティ規格認定を受ける必要はないから、そのようなセーフティ規格の認定を必要とする欧州等への輸出もスムーズに行うことができる。さらに、多数のセーフティスイッチを含むセーフティシステムを構築したり、或いは既設のセーフティシステムを増設するような場合にも、拡張モジュールを増設したのち、同様な設定操作を行うだけで済み、極めてシステムの拡張自由度が高いと言う利点もある。

#### 【0016】

本発明の好ましい実施の形態においては、前記基本モジュールにも、1 若しくは 2 以上のセーフティスイッチが接続可能な 1 若しくは 2 以上の外部入力端子部と、1 若しくは 2 以上の外部入力端子部からセーフティ入力信号を取り込むための入力回路と、危険源の出力制御系へと接続可能な外部出力端子部と、外部出力端子部へとセーフティ出力信号を送出するための出力回路と、が含まれているようにしてもよい。このような構成によれば、基本ユニット単独でも、セーフティシステムを構築することができる。

#### 【0017】

本発明の好ましい実施の形態においては、前記基本モジュールには、マザーボード上の拡張用スロットから読み込まれたモジュール識別情報と基本モジュール側に設定されたモジュール識別情報との照合により、各拡張スロットに予定の拡張モジュールが装着されているか否かを診断する診断プログラムを実行する手段が含まれているようにしてもよい。このような構成によれば、拡張スロットに対して予定するものと異なる拡張モジュールを装着することによる誤動作の虞を回避することができる。

#### 【0018】

本発明の好ましい実施の形態においては、前記基本モジュールには、外部接続端子部に接続されたセーフティスイッチの故障診断を行う故障診断プログラムを予定されるセーフティスイッチの種類別に記憶させた故障診断プログラム記憶手段と、故障診断プログラム記憶手段に記憶された複数種の故障診断プログラムの中で、設定手段にて設定されたスイッチ種別に対応する故障診断プログラムを選択し、これを設定手段にて設定された外部入力端子部に関して実行する故障診断プログラム実行手段と、がさらに具備されているようにしてもよい。このような構成によれば、各セーフティスイッチのそれぞれに対する動作確実性を担保することにより、セーフティシステムの信頼性を向上させることができる。

#### 【0019】

本発明の好ましい実施の形態においては、ロック解除用ソレノイドを有する電磁ロック式ドアスイッチの故障診断プログラムには、ロック解除用ソレノイドの故障を診断するソレノイド診断機能が含まれているようにしてもよい。このような構成によれば、ロック解除用ソレノイドの動作確実性を担保することで、同ドアスイッチの信頼性を向上させることができる。

#### 【0020】

本発明の好ましい実施の形態においては、故障診断プログラムには、セーフティスイッチに含まれる一対の連動接点から到来する2系統の信号間における同期時間差の経時的変化に基づいてセーフティスイッチの接点劣化を診断可能とする履歴生成機能が含まれているようにしてもよい。このような構成によれば、セーフティスイッチの接点劣化を自動診断可能となる。

#### 【0021】

本発明の好ましい実施の形態においては、故障診断プログラムには、セーフティ出力信号を送出したのち、コンタクタ補助接点からのフィードバック信号が到来するまでの時間差の経時的変化に基づいてコンタクタの接点劣化を診断可能とする履歴生成機能が含まれているようにしてもよい。このような構成によれば、コンタクタの接点劣化を自動診断可能となる。

#### 【0022】

本発明の好ましい実施の形態においては、前記基本モジュールには、基本モジ

ジュール又は拡張モジュールに設けたフィードバック入力端子から取り込まれたコンタクタ補助接点信号に基づいて危険源の出力制御系を構成するコンタクタの状態を監視する出力監視プログラム実行手段が含まれているようにしてもよい。このような構成によれば、セーフティ出力信号を送出したのちに、コンタクタが正しく作動したか否かを確認することができる。

#### 【0023】

本発明の好ましい実施の形態においては、前記基本モジュールには、基本モジュール又は拡張モジュールに設けたPLC動作状態入力端子から取り込まれたPLC動作状態信号に基づいて、前記セーフティ動作プログラムの実行結果である出力動作の可否を制御するインターロックプログラム実行手段が含まれているようにしてもよい。このような構成によれば、コンタクタの作動条件にPLCの運転状態をリンクすることで、PLCが動作停止指令を出力して制御対象機器の運転が停止しているような場合には、セーフティコントローラのセーフティ出力によって、危険もないのにコンタクタがオフされるという無駄なスイッチングを防止することができる。また、PLCの動作停止指令をモニタし、PLCからの命令がない限りコンタクタを作動させなくすることで、装置の制御系におけるコンタクタを省略することができる。

#### 【0024】

##### 【発明の実施の形態】

以下に、本発明に係るセーフティコントローラの実施の一形態を添付図面に従って詳細に説明する。

#### 【0025】

セーフティコントローラの全モジュール装着状態における外観斜視図が図1に、同セーフティコントローラの拡張モジュール引き抜き状態における外観斜視図が図2に、コントローラにパソコンを接続した状態を示すシステム外観図が図3にそれぞれ示されている。

#### 【0026】

それらの図から明らかなように、セーフティコントローラ1は、基本モジュール2と、入力拡張モジュール3と、出力拡張モジュール4とを備えている。これ

らのモジュール 2, 3, 4 は、モジュールホルダ 5 を介して整列状態で位置決め固定される。モジュールホルダ 5 は、上面が開放された箱型ハウジングであり、その底部には DIN レール取付溝 5 1 及び DIN レール固定金具 5 2 が設けられている。そのため、モジュールホルダ 5 は、図示しない DIN レールへと取り付けが可能となされている。尚、図示例では 1 個の基本モジュールに対して 2 個の拡張モジュール 3, 4 を設けた場合であるが、拡張モジュールの数はより多くしてもよく、8 個あるいは 16 個といったように多数の拡張モジュールを装着可能としてもよい。モジュールホルダ 5 の内部の底の部分には、後に図 11 を参照して説明するマザーボード 5 3 が敷設されている。そして、基本モジュール 2、入力拡張モジュール 3、出力拡張モジュール 4 は、マザーボード 5 3 上の基本モジュール用コネクタ 5 3 1、拡張モジュール用コネクタ 5 3 3-1 ~ 5 3 3-n に差し込みが可能となされている。

#### 【0027】

基本モジュール 2 の一側面には、第 1 入力端子台 2 1 と第 2 入力端子台 2 2 とが上下 2 段に設けられており、他の側面には第 1 出力端子台 2 3 と第 2 出力端子台 2 4 とが上下 2 段に設けられている。同様にして、入力拡張モジュール 3 の他側面には、第 1 入力端子台 3 1 と、第 2 入力端子台 3 2 と、第 3 入力端子台 3 3 と、第 4 入力端子台 3 4 とが上下 2 段に設けられている。同様にして、出力拡張モジュール 4 の一側面には第 1 出力端子台 4 1 が設けられ、他の側面には第 2 出力端子台 4 2 がそれぞれ設けられている。

#### 【0028】

図から明らかなように、各端子台はそれぞれ、4 本の信号線を接続可能となされ、各信号線を構成する電線は芯線差し込み式のクランパ機構を介して簡単に固定可能となされている。

#### 【0029】

図 3 に示されるように、セーフティコントローラ 1 を構成する基本モジュール 2 は、RS-232C コード 7 を介してパソコン 6 と通信が可能となされており、後述する各種の設定操作が、パソコン 6 のキーボードを介して行われ、こうして得られた設定データは RS-232C コード 7 を介して、セーフティコントロ

ーラ 1 を構成する基本モジュール 2 のメモリ（例えば、EEPROM 等）に書き込まれる。尚、この種のデータ通信及びメモリの書換処理については、種々文献により公知であるから、詳細な説明は省略する。

#### 【0030】

尚、図 1 ～図 3 の例にあつては、1 台の基本モジュール 2 と 2 台の拡張モジュール 3、4 とを設けた例を示したが、拡張モジュールの個数並びに種別はこれに限定されるものではなく、例えば 8 個あるいは 16 個といったように多数の拡張モジュールを着脱自在に接続することが可能とされている。

#### 【0031】

基本モジュールのハードウェア構成を示すブロック図が図 4 に示されている。同図に示されるように、基本モジュール 2 内には、第 1 CPU 201 と、第 2 CPU 202 と、第 1 入力回路 203 と、第 2 入力回路 204 と、第 1 出力回路 205 と、第 2 出力回路 206 と、通信回路（RS-232C）207 と、電源回路 208 とが含まれている。

#### 【0032】

第 1 CPU 201 と第 2 CPU 202 とは制御の二重化を達成するためのものであり、それぞれほぼ同一のプログラムを実行する。第 1 CPU 201 内には、後述するセーフティ動作プログラム等を格納するためのプログラムメモリ（例えば、フラッシュメモリ）202a が内蔵されている。同様にして、第 2 CPU 202 にも、後述するセーフティ動作プログラム等を格納するためのプログラムメモリ 202b が内蔵されている。また、第 1 CPU 201 及び第 2 CPU 202 のそれぞれの外部には、後述する各種の設定データを格納するための EEPROM 209a 及び 209b がそれぞれ設けられている。プログラムメモリ 202a の記憶内容とプログラムメモリ 202b の記憶内容とはほぼ同一とされ、同様にして EEPROM 209a の記憶内容と EEPROM 209b の記憶内容ともほぼ同様とされている。これにより第 1 CPU 201 と第 2 CPU 202 とのいずれか一方がダウンしたような場合であっても、他方の正常な CPU によって制御を引き継ぐことで、安全性が高められている。

#### 【0033】



第1入力回路203及び第2入力回路204には後述するセーフティスイッチ9が接続され、第1出力回路205及び第2出力回路206にはこの例では電磁接触器（マグネットコンタクタ：マグネットスイッチ）10が接続される。また、通信回路（RS-232C）207にはパソコン（PC）6が接続され、電源回路208には外部電源8が接続される。さらに、第1CPU201と第2CPU202とを結ぶバスラインにはマザーボード53が接続される。これにより、基本モジュールからマザーボード53を介して各拡張モジュールに対してデータを送り出したり、逆に各拡張モジュールからマザーボード53を介して到来するデータを、基本モジュールが取り込むことが可能となされている。さらに、パソコン（PC）6にて生成された各種のデータは、通信回路（RS-232C）207を介して基本モジュール2へと取り込まれることとなる。尚、セーフティスイッチ9並びに電磁接触器10の構成については後に詳細に説明する。

#### 【0034】

基本モジュール内の第1、第2出力回路205、206と外部電磁接触器10との結線例を示す配線図が図5に示されている。同図に示されるように、基本モジュール2内の第1出力回路205は、互いにコンプリメンタリ接続された2個のトランジスタTR1、TR2で構成され、同様に第2出力回路206は互いにコンプリメンタリ接続された2個のトランジスタTR3、TR4で構成される。それら2個のトランジスタの各接続点は外部端子T01、T02へと引き出されている。これら外部端子T01、T02と0V端子との間にマグネットスイッチのコイルMS1、MS2がそれぞれ接続される。マグネットスイッチMS1は、3極単投型の主メイク接点MS1-1と単極単投型の補助ブレイク接点MS1-2とを有する。同様にして、マグネットスイッチMS2にも、3極単投型の主メイク接点MS2-1と単極単投型の補助ブレイク接点MS2-2とを有する。そして、これら2個の主メイク接点MS1-1、MS2-1は、危険源の駆動源であるモータMへの通電路に直列に接続される。そのため、第1出力回路205及び第2出力回路206の双方がONすることによって、マグネットスイッチMS1及びMS2が作動し、主メイク接点MS1-1、MS2-1が閉じることによって、3相モータMに対して通電が行われる。

**【0035】**

入力拡張モジュールのハードウェア構成を示すブロック図が図6に示されている。同図に示されるように、この入力拡張モジュール3は、第1入力回路301と、第2入力回路302と、第3入力回路303と、第4入力回路304と、第1バスインタフェース305と、第2バスインタフェース306とを含んでいる。

**【0036】**

第1入力回路301は、第1入力端子台（図2参照）31へ接続される3個の外部入力端子T11、T12、T13を有する。第2入力回路302は、第2入力端子台（図2参照）32へと繋がる3個の外部入力端子T21、T22、T23を有する。第3入力回路303は、第3入力端子台（図2参照）33へ繋がる3個の外部入力端子T31、T32、T33を有する。第4入力回路304は第4入力端子台（図2参照）34へ繋がる3個の外部入力端子T41、T42、T43を有する。また、電源端子（24V、GND）は電源ライン307を介してマザーボード53へと接続される。第1バスインタフェース305及び第2バスインタフェース306は不揮発性の記憶素子を含んでおり、この記憶素子には、当該入力拡張モジュール3の識別情報（モジュール識別情報）等が記憶されている。このモジュール識別情報（ID）は、マザーボード53上の拡張用スロット533-1～Nから読み込まれたモジュール識別情報と基本モジュール側に設定されたモジュール識別情報との照合により、各拡張スロットに予定の拡張モジュールが装着されているか否かを診断する際に利用される。

**【0037】**

出力拡張モジュールである電磁リレー出力モジュールのハードウェア構成を示すブロック図が図7に示されている。同図に示されるように、電磁リレー出力モジュール4A内には、第1出力回路401と、第2出力回路402と、モニタ回路403と、第1バスインタフェース404と、第2バスインタフェース405とが含まれている。また、電磁リレー出力モジュール4A内には、電磁リレーK1とK2とが内蔵されている。電磁リレーK1は、2個の単極単投型のメイク接点K1-1、K1-2と、2個の単極単投型ブレイク接点K1-3、K1-4と

を有する。同様にして、電磁リレー K 2 には、2 個の単極単投型のメイク接点 K 2-1, K 2-2 と、2 個の単極単投型ブレイク接点 K 2-3, K 2-4 とを有する。これらの接点は、外部端子列 T 1 1, T 2 1, T 3 1 と外部端子列 T 1 2, T 2 2, T 3 2 との間に互いに直列または並列状態で介在されている。

#### 【0038】

出力拡張モジュールである電磁リレー出力モジュール内のリレー接点と外部マグネットスイッチとの結線例を示す配線図が図 8 に示されている。尚、同図において図 7 と同一端子については同符号を付して説明は省略する。図から明らかなように、電磁リレー K 1, K 2 の双方が作動することによって、2 個のマグネットスイッチ MS 1, MS 2 のコイルに通電が行われ、3 極単投型の主メイク接点 MS 1-1 及び MS 2-1 の双方が ON して、3 相モータ M に対して通電が行われる。

#### 【0039】

出力拡張モジュールであるソリッドステートリレー出力モジュールのハードウェア構成を示すブロック図が図 9 に示されている。同図に示されるように、ソリッドステートリレー出力モジュール 4 B 内には、第 1 出力回路 4 1 1 と、第 2 出力回路 4 1 2 と、第 1 モニタ回路 4 0 3 a と、第 2 モニタ回路 4 0 3 b と、第 1 バスインタフェース 4 0 4 と、第 2 バスインタフェース 4 0 5 とが含まれている。第 1 出力回路 4 1 1 は外部端子 T 1 3, T 1 4 に接続される。第 2 出力回路 4 1 2 は外部端子 T 2 3, T 2 4 に接続される。第 1 モニタ回路 4 0 3 a は外部端子 T 1 1 に、第 2 モニタ回路 4 0 3 b は外部端子 T 2 1 に接続される。外部端子 T 1 2, T 2 2 はマザーボード 5 3 から到来する電源に接続される。

#### 【0040】

ソリッドステートリレー出力モジュール内のリレーと外部電磁接触器との結線例を示す配線図が図 10 に示されている。同図に示されるように、ソリッドステートリレー出力モジュール 4 B 内には、第 1 ソリッドステートリレー 4 1 1 a と、第 2 ソリッドステートリレー 4 1 2 b と、第 1 モニタ回路 4 0 3 a と、第 2 モニタ回路 4 0 3 b と、第 1, 第 2 バスインタフェース 4 0 4, 4 0 5 と、フューズ 4 0 6, 4 0 7 とが含まれている。そして、図から明らかなように、第 1 ソリ

ッドステートリレー 411a, 第2ソリッドステートリレー 412bの双方が作動すると、マグネットスイッチMS1, MS2に対して通電が行われ、その主メイク接点MS1-1, MS2-1がONすることによって、3相モータMに対して通電が行われる。同時に、マグネットスイッチMS1, MS2の補助ブレイク接点MS1-2, MS2-2がOFFすることによって、第1モニタ回路403a, 第2モニタ回路403bを介して、マグネットスイッチMS1, MS2が正常に作動したかどうかを確認することができる。尚、図において、ACは交流電源、F1, F2はフューズである。

#### 【0041】

マザーボードのハードウェア構成を示す図が図11に示されている。同図に示されるように、マザーボード53は、セーフティコントローラ1のモジュールホルダ5の内部に敷設されるものであって、基本モジュール用コネクタ531と、2個のアドレスデコーダ532a, 532bと、n個の拡張モジュール用コネクタ533-1, 533-2~533-nを有する。基本モジュール用コネクタ531からは、データライン534と2系統のアドレスライン535a, 535bとが導出される。アドレスライン535aはアドレスデコーダ532aによってデコードされ、これによりスロットセレクトライン536aが導出される。同様にして、アドレスライン535bは、アドレスデコーダ532bによってデコードされ、これによりスロットセレクトライン536bが生成される。基本モジュール用コネクタ531には言うまでもないが基本モジュール2が着脱自在に装着される。同様にして、拡張モジュール用コネクタ533-1~533-nには、各種の拡張モジュール（入力拡張モジュール3や出力拡張モジュール4等）が着脱自在に装着される。尚、図では、第1スロット、第2スロット、・・・、第nスロットとして、n個の拡張モジュール用コネクタ533-1~533-nを描いているが、図2に示される具体的な構成例を対象とする場合には拡張モジュール用コネクタは2個で済むことは言うまでもない。

#### 【0042】

次に、本発明のセーフティコントローラ1が取り扱うことを予定しているセーフティスイッチのいくつかの例について図12~図17を参照して説明する。

## 【0043】

非常停止スイッチの端子台結線方法を示す配線図が図12に示されている。同図に示されるように、セーフティスイッチ1個分の外部端子台（例えば、図2の上下二段の端子台21, 22で構成される）には、6個の外部端子T13, T11, T12, T23, T21, T22が順に配列されている。また、非常停止スイッチESは、1個の押しボタンPB0と、この押しボタンPB0の操作で連動して作動する2個のブレイク接点b0-1（第1系統）, b0-2（第2系統）とを含んでいる。第1ブレイク接点b0-1は外部端子T11とT12との間に接続され、第2ブレイク接点b0-2は外部端子T21とT22との間に接続される。

## 【0044】

両手操作スイッチの端子台結線方法を示す配線図が図13に示されている。この例にあっても、セーフティスイッチ1個分の外部端子台には6個の外部端子T13, T11, T12, T23, T21, T22が順に配列されている。また、両手操作スイッチ2HSには、2個の押しボタンPB1, PB2と、押しボタンPB1の操作に連動して作動する第1系統の一对のブレイク及びメイク接点b1-1, a1-2と、押しボタンPB2の操作に連動して作動する第2系統の一对のブレイク及びメイク接点b2-1, a2-2とが設けられている。そして、ブレイク接点b1-1は外部端子T13とT11との間に接続され、メイク接点a1-2は外部端子T11とT12との間に接続される。同様にして、ブレイク接点b2-1は外部端子T23とT21との間に接続され、メイク接点a2-2は外部端子T21とT22との間に接続される。

## 【0045】

マットスイッチの端子台結線方法を示す配線図が図14に示されている。この例にあっても、1個のセーフティスイッチに対応する外部端子台には、6個の外部入力端子T13, T11, T12, T23, T21, T22が順に配列されている。一方、マットスイッチMSには、互いに並列の関係にある複数個のメイク接点a1, a2, a3が含まれている。そして、これらメイク接点群の一端側（第1系統）の共通線は、端子T11とT12との間に接続され、同様にして接点

群の他の共通線（第2系統）は、端子T21とT22との間に接続される。

#### 【0046】

セーフティリミットスイッチの端子台結線方法を示す配線図が図15に示されている。同図に示されるように、この例にあっても、セーフティスイッチ1個分の外部入力端子台には、6個の入力端子T13, T11, T12, T23, T21, T22が順に配列されている。また、セーフティリミットスイッチSLSには、リミットスイッチのアクチュエータであるセーフティガード（Safety Guard）の作動に連動して動作する一対のメイク接点a1とブレイク接点b1とが含まれている。そして、メイク接点（第1系統）a1は端子T11とT12との間に接続される。ブレイク接点（第2系統）b1は端子T21とT22との間に接続される。

#### 【0047】

ライトカーテンの端子台結線方法を示す配線図が図16に示されている。この例にあっては、1個のセーフティスイッチに対応する外部端子台には、2個の電源端子（24V, GND）と、6個の外部入力端子T13, T11, T12, T23, T21, T22が順に配列されている。そして、第1系統である端子T11にはリセット信号（RESET）が、T12には制御出力1が、また第2系統であるT21にはテスト信号（TEST）が、端子T22には制御出力2がそれぞれ対応する。よく知られているように、ライトカーテンLCは、投光器Tと受光器Rとの間に多孔軸のライトカーテンを形成すると共に、これを人体等が遮ることによって、制御出力1及び制御出力2を発するものである。

#### 【0048】

電磁ロック式セーフティドアスイッチとセーフティリミットスイッチの端子台結線方法を示す配線図が図17に示されている。この例にあっては、セーフティスイッチ1個分の外部端子台には、ソレノイド駆動端子（A, B）と、6個の外部入力端子T13, T11, T12, T23, T21, T22が順に配列されている。一方、セーフティリミットスイッチSLSには、スライドアクチュエータ（Safety Guard）で駆動される1個のブレイク接点b1が設けられ、電磁ロック式セーフティドアスイッチMDSには、ソレノイドSOLの作動に連動して動作

するブレイク接点b 1（ソレノイド作動確認用）と、抜け止め用のロックピンpの出没動作に連動して作動する2個のブレイク接点b 2, b 3（不作用）が含まれている。そして、第1系統である2個のブレイク接点b 1とb 2とは端子T 1 1と端子T 1 2との間に接続される。同様にして、第2系統であるセーフティリミットスイッチS L Sのブレイク接点b 1は端子2 1と端子T 2 2との間に接続される。

#### 【0049】

以上説明したように、本発明のセーフティコントローラの入力端子台においては、各セーフティスイッチ1個分の領域に関して、6個の外部入力端子T 1 3, T 1 1, T 1 2, T 2 3, T 2 1, T 2 2が順に配列され、これら共通の外部端子を用いて、様々なセーフティスイッチ（非常停止スイッチE S、両手操作スイッチ2 H S、マットスイッチM S、セーフティリミットスイッチS L S、ライトカーテンL C、電磁ロック式セーフティドアスイッチM D S等）への対応を可能としている。

#### 【0050】

次に、第1, 第2 C P Uにて実行される制御プログラムの全体を概略的に示すフローチャートが図18に示されている。このフローチャートは電源投入によって実行を開始される。同図において処理が開始されると、まず内部R A M初期化並びに各種初期設定が実行される（ステップ101）。ここで言う内部R A Mとは、第1 C P U 201及び第2 C P U 202内のワークエリアを構成するR A M等を意味している。続く電源投入時の診断処理（ステップ102）では、後に詳細に説明するように、セーフティシステムの信頼性を向上させるための各種の診断処理が実行される。続く設定モード突入のコマンド有無判定処理（ステップ103）では、パソコン（P C）6の操作で生成された所定のコマンドが、基本モジュール2へと到来したか否かの判定が行われる。ここで、設定モード突入のコマンド有りと判定されれば（ステップ103 Y E S）、設定モードの処理（ステップ104）が実行される。これに対して、設定モード突入のコマンドの到来がなければ（ステップ103 N O）、通常モードの処理（ステップ105）が実行される。

**【0051】**

設定モードにて実行される制御プログラムの全体を示すフローチャートが図19に示されている。同図において処理が開始されると、コマンドの受信有無をチェックしつつ（ステップ201NO）、様々な設定モードにおける処理（ステップ204）が実行される。ここで言うその他の処理（ステップ204）に関しては、後に必要に応じて説明を行う。

**【0052】**

コマンドの受信が確認されると（ステップ201YES）、コマンドの解析並びにEEPROM202a, 202b（図4参照）へのデータ書込処理（ステップ202）が実行される。書込みが終了すると、続いてレスポンス処理（ステップ203）が実行されて、書込みの正常終了または異常終了を示すレスポンスが、通信回路（RS-232C）207を介してパソコン（PC）6側へと返送される。

**【0053】**

コマンド解析・EEPROM書込み処理の詳細を示すフローチャートが図20に示されている。同図において処理が開始されると、受信データの読み出しが行われ（ステップ301）、読み出されたコマンドの内容がEEPROM書込命令であるか否かの判定が行われる（ステップ302）。ここでEEPROM書込命令以外の命令であれば、その他の命令処理への移行が行われる。これに対して、EEPROM書込命令であれば、続いて当該書込を要求されたデータのEEPROM内における指定アドレスの判定が行われる（ステップ303）。ここで、指定のアドレスが00～3F（hex）と判定されると、当該受信データは、基本モジュールのメモリ領域としてアドレス指定され、該当する領域のEEPROMへと書き込まれる（ステップ306）。これに対して、指定のアドレスが40～BF（hex）と判定されれば、当該受信データは拡張モジュールの該当するメモリ領域へとアドレス指定され（ステップ305）、そのデータは双方のEEPROM209a, 209b（図4参照）へと書き込まれる（ステップ306）。

**【0054】**

EEPROM209a, 209b内のデータ配置の全体を表にして示す図が図



21に示されている。同図から明らかなように、EEPROM内のアドレス空間には、共通仕様設定並びに基本モジュール設定に関わる記憶領域と、拡張モジュール設定に関わる記憶領域とが設けられている。共通仕様設定並びに基本モジュール設定に関わる領域としては、アドレス0からの2バイト分としてCRC（0～FFFFh）が、アドレス2から30バイト分としてディレータイムテーブル（0～300）が、アドレス20から1バイト分として予備スペース（reserve）が、アドレス21から1バイト分としてディレーモード（『0』：オフディレー，『1』：オンディレー）が、アドレス22から2バイト分としてディレー時間（0～300）が、アドレス24から1バイト分としてメインモジュール：動作モード（『0』：2N.C（非常停止スイッチなど），『1』：1N.C+1N.O，『2』：2ハントスイッチ，『3』：マツスイッチ，『4』：ライトカーテン）、アドレス25から1バイト分として予備スペース（reserve）が、アドレス26から30バイト分としてデジタルフィルタ値（1～255）が、アドレス30から1バイト分として安全入力系統間の時間差の許容値（0：無限、1～255）、アドレス31から1バイト分としてマニュアルリセットオン最大時間（0：無限、1～255）が、アドレス32から8バイト分として形式データが、アドレス3Aから2バイト分として予備スペース（reserve）が、アドレス3Cから4バイト分としてハードウェアバージョン（0.00～99.99）がそれぞれ格納されている。ここで、『安全入力系統間の時間差の許容値』とは、『系統間同期監視タイマ』の値のことであり、後述する図39及び図40の処理にて使用される。

#### 【0055】

一方、拡張モジュール設定のための領域には、アドレス40，50，60，70，80，90，A0，B0からそれぞれ16バイト分として接続モジュール1～8に対応するデータが格納される。

#### 【0056】

EEPROM内の拡張入力モジュール用のデータ配置を表にして示す図が図22に示されている。同図から明らかなように、拡張入力モジュールに割り当てられたメモリ領域としては、

- (1) アドレス 0 から 1 バイト分として、モジュール ID (『00H』：接続なし, 『11H』：入力モジュール, 『12H』：特定スイッチ用の入力モジュール 1, 『13H』：特定スイッチ用の入力モジュール 2, 『14H』：特定スイッチ用の入力モジュール 3, ...) が、
- (2) アドレス 1 から 1 バイト分として、動作モード (『0』：非常停止, 『1』：非常停止+入力 1 反転, 『2』：2 ハンド, 『3』：マット, 『4』：ライトカーテン) が、
- (3) アドレス 2 から 1 バイト分として安全入力系統間の時間差の許容値 (0：無限、1～255) が、
- (4) アドレス 3 から 1 バイト分として、予備スペース (reserve) が、
- (5) アドレス 4 から 2 バイト分として、デジタルフィルタ値 (1～255) が、
- (6) アドレス 6 から 1 バイト分として動作モード (0：非常停止、1：非常停止+入力 1 反転、2：2 ハンド、3：マット、『4』：ライトカーテン) が、
- (7) アドレス 7 から 1 バイト分として安全入力系統間の時間差の許容値 (0：無限、1～255) が、
- (8) アドレス 8 から 1 バイト分として予備スペース (reserve) が、
- (9) アドレス 9 から 2 バイト分としてデジタルフィルタ値 (1～255) が、
- (10) アドレス B から 1 バイト分として予備スペース (reserve) が、
- (11) アドレス C から 4 バイト分としてハードウェアバージョン (0.00～99.99) が格納されている。これにより、各拡張入力モジュールは、独立した 2 個のセーフティスイッチを取り扱うことが可能とされている。

### 【0057】

EEPROM内の拡張出力モジュール用のデータ配置を表にして示す図が図 23 に示されている。同図から明らかなように、拡張出力モジュール用のメモリエリアとしては、

- (1) アドレス 0 から 1 バイト分のモジュール ID (『00H』：接続なし, 『01H』：AC 半導体出力モジュール, 『02H』：リレー出力モジュール, .

．．）が、

（２）アドレス 1 から 1 バイト分としてディレーモード（『0』：オフディレー、『1』：オンディレー）が、

（３）アドレス 2 から 2 バイト分としてディレー時間（0 ～ 3 0 0）が、

（４）アドレス 4 から 8 バイト分として予備スペース（reserve）が、

（５）アドレス C から 4 バイト分としてハードウェアバージョン（0．0 0 ～ 9 9．9 9）が格納されている。

#### 【0 0 5 8】

尚、以上説明した各データの中で、ディレーモード、ディレー時間については、個々の拡張出力モジュールのそれぞれについて、オフディレー出力又はオンディレー出力を可能とするためのものであり、ディレー時間の範囲は 0 ～ 3 0 0 （× 1 0 0）m s e c の範囲で自由に設定が可能となされている。もちろん、このテーブルに対応して、拡張出力モジュール用の動作プログラムには、それらディレーモードの内容並びにディレー時間を参照して、該当する出力機能を実現するための処理が組み込まれている。

#### 【0 0 5 9】

次に、通常モードにて実行される制御プログラムの全体を示すフローチャートが図 2 4 に示されている。同図において処理が開始されると、エラーがないことを条件として（ステップ 4 0 1 N O）、入力処理／出力判定処理（ステップ 4 0 2）、診断処理（ステップ 4 0 3）、出力処理（ステップ 4 0 4）、その他の処理（ステップ 4 0 5）が順に繰り返し実行される。

#### 【0 0 6 0】

出力判定処理の詳細を示すフローチャート（その 1）が図 2 5 に、同その 2 が図 2 6 にそれぞれ示されている。

#### 【0 0 6 1】

同図において処理が開始されると、ステップ 5 0 1 では読み出しスロットの番号を『1』に設定する。ステップ 5 0 2 では、指定されたスロットは入力モジュールであるか否かの判定を行う。ここで入力モジュールであると判定されると（ステップ 5 0 2 Y E S）、安全入力値の読み出し（セーフティ入力値の読み出し

）が実行される（ステップ503）。続いて、当該スロットに装着されたモジュールに要求される動作モードの判定が行われ、動作モードが『非常停止スイッチ』、『両手操作スイッチ』、『マツスイッチ』等のいずれであるかに応じて、該当するスイッチの出力判定処理（ステップ505，506，507，・・・）のいずれかが実行される。これらの判定処理においては、それぞれのセーフティスイッチの種別並びに内部構造に応じて、所定のセーフティ動作プログラムを実行させることによって、該当するセーフティスイッチの現在のON/OFF状態が判定される。こうして判定されたON/OFF状態はメモリに格納される（ステップ508）。

#### 【0062】

以上の動作が、拡張スロットの番号を+1更新させつつ、順次に各拡張用スロットに装着された拡張用モジュールに関して実行される。すなわち、これらの処理（ステップ505，506，507，508）が全てのスロットに関して実行されることによって、各安全スイッチのON/OFF状態がメモリ内に記憶される。こうして、全スロットに対する処理が終了すると（ステップ509）、図26へ移って、安全入力（セーフティ入力）が全てONであるかどうかの判定が行われる（ステップ510）。

#### 【0063】

ここで、セーフティ入力の全てがONであると判定されれば（ステップ510 YES）、その出力はONと判定される（ステップ511）。その後、リセット入力の有無が判定され（ステップ512）、リセット入力がある場合には（ステップ512 YES）、オンディレータイマがまだスタートしていないことを条件として（ステップ513 NO）、オンディレータイマのスタート処理を実行した後（ステップ514）、以後オンディレータイマがカウントアップするまで（ステップ515 NO）、出力はOFFと判定される（ステップ517）。これに対して、オンディレータイマのカウントアップが確認されると（ステップ515 YES）、出力はONと判定される。これにより、外部出力に関するオンディレイ機能が実現されることとなる。尚、リセット入力がない場合には（ステップ512 NO）、直ちに出力はOFFと判定される（ステップ517）。

**【 0 0 6 4 】**

尚、ステップ 5 1 2 で判定されたりセット入力の有無とは、基本モジュールの第 1 入力回路 2 0 3 又は第 2 入力回路 2 0 4 に接続されたりセットボタンからの信号に基づくものである。すなわち、一般にこの種のセーフティシステムにおいては、システム全体のリセット操作を行うために、指先で軽く操作する等の小型の押しボタンスイッチを取り付け、その操作によってシステム全体の起動をリセットするのが通例である。

**【 0 0 6 5 】**

一方、いずれか 1 つの入力が OFF であると判定されると（ステップ 5 1 0 NO）、出力は OFF と判定された後（ステップ 5 1 8）、前回の判定において出力が ON であったかどうかの判定が行われる（ステップ 5 1 9）。ここで前回の判定で出力が ON であったとすれば（ステップ 5 1 9 YES）、オフディレータイマがまだスタートしていないことを条件として（ステップ 5 2 0 NO）、オフディレータイマのスタート処理が実行され（ステップ 5 2 1）、以後オフディレータイマのカウントアップを確認するまで（ステップ 5 2 2 NO）、出力は ON と判定される。これに対して、以上の動作中にオフディレータイマのカウントアップが確認されると（ステップ 5 2 2 YES）、出力は OFF と判定される（ステップ 5 2 3）。これにより、外部出力に関するオフディレイ機能が実現される。一方、前回の判定では出力が ON でないと判定されれば（ステップ 5 1 9 NO）、直ちに出力は OFF と判定される（ステップ 5 2 3）。

**【 0 0 6 6 】**

尚、以上説明した図 2 6 のフローチャートにおいては、安全入力が全てオンの場合にはオンディレー処理が、また全てオフの場合にはオフディレー処理が自動的に行われている。これは、複数のセーフティ入力スイッチに対して、1 個の出力を割り付けた場合である。もっとも、本発明のセーフティコントローラにあっては、複数のセーフティスイッチに対して、複数の拡張出力モジュールを対応させることも可能である。このような場合を想定して作成されたのが、先に説明された図 2 3 に示される拡張出力モジュール用のデータ配列である。すなわち、先にも述べたように、個々の拡張出力モジュール別に、ディレーモード並びにディ

レー時間の設定が可能とされており、これらが設定されると、図 2 6 で説明したオンディレー処理（ステップ 5 1 1 ～ 5 1 7）と、オフディレー処理（ステップ 5 1 8 ～ 5 2 4）とのいずれかが、当該ディレーモードの設定された拡張出力モジュールについて実行される結果、複数の拡張出力モジュールのそれぞれについて、個別にオンディレー処理又はオフディレー処理が行われるのである。

#### 【 0 0 6 7 】

次に、診断処理の詳細を示すフローチャートが図 2 7 に示されている。同図に示されるように、この処理においては、入力診断処理（ステップ 6 0 1）と、その他の診断処理（ステップ 6 0 2）とを行いつつ、いずれかの診断処理においてエラーコードが判定されれば（ステップ 6 0 3 Y E S）、エラーコードをメモリに格納する処理（ステップ 6 0 4）を実行する。

#### 【 0 0 6 8 】

次に、図 2 8 ～ 図 3 7 を参照して、入力診断処理について説明する。入力診断処理には、2 つの大きな役目が存在する。第 1 の役目は、入力端子台に外部接続されたセーフティスイッチそれぞれ自体を診断することである。他の 1 つの役目は、入力端子台の内部に存在する出力回路及び入力回路の状態を診断するものである。ここで出力回路とは、入力端子台を構成する個々の端子に対して選択的に電圧を供給するためのドライブ回路等であり、入力回路とは、端子台に外部から供給された 2 4 V を論理 I C 用の 5 V に低下させるためのレベルシフト回路、並びに、その後段に設けられたゲート等である。

#### 【 0 0 6 9 】

ところで、セーフティスイッチ側の接点構成には、無電圧接点と有電圧接点とが存在する。無電圧接点は主として、非常停止スイッチ、マットスイッチ、両手操作スイッチ等がこれに相当する。これに大して、有電圧接点は、ライトカーテン等がこれに相当する。

#### 【 0 0 7 0 】

入力端子台側のハードウェア構成とセーフティスイッチの結線例を示す図（無電圧接点对応）が図 3 4 に、また入力端子台のハードウェア構成とセーフティスイッチの結線例を示す図（有電圧接点对応）が図 3 5 にそれぞれ示されている。

それらの図から明らかなように、この入力端子台には、T 1 1, T 1 2, T 2 1, T 2 2 からなる 4 個の端子が設けられている。そして、無電圧接点对应として使用する場合、セーフティスイッチの第 1 系統のブレイク接点 b 1 1 は、端子 T 1 1 と端子 T 1 2 との間に接続される。これに対して、第 2 系統のブレイク接点 b 2 1 は、端子 T 2 1 と端子 T 2 2 との間に接続される。

#### 【0 0 7 1】

一方、この端子台の内部に存在する入力回路及び出力回路については次のように構成される。端子 T 1 1 には図示しないが出力回路と入力回路とが逆並列に接続されている。ここで、出力回路から送り出される信号を T 1 1 P ( o u t ) として表記し、端子 T 1 1 から入力回路へ取り込まれる信号を T 1 1 M ( i n ) と表記する。同様に、端子 T 1 2 にも図示しないが入力回路と出力回路とが設けられている。端子 T 1 2 から入力回路に取り込まれる信号を T 1 2 D として表記し、出力回路から送り出されトランジスタ T R 1 1 をドライブする信号を T 1 2 P ( o u t ) と表記する。

#### 【0 0 7 2】

一方、第 2 系統の構成について説明すると、端子 T 2 1 には、図示しないが、出力回路と入力回路とが逆並列に設けられている。ここで、出力回路から端子 T 2 1 へ送り出される信号を T 2 1 P ( o u t ) と表記し、端子 T 2 1 から入力回路へ取り込まれる信号を T 2 1 M ( i n ) と表記する。同様に、端子 T 2 2 にも、入力回路と出力回路とが設けられている。ここで、端子 T 2 2 から入力回路へ取り込まれる信号を T 2 2 D と表記し、出力回路から送り出され、トランジスタ T R 2 1 をドライブする信号を T 2 2 P ( o u t ) と表記する。

#### 【0 0 7 3】

図 3 4 と図 3 5 とを比較して明らかなように、無電圧接点对应の場合、セーフティスイッチの第 1 系統のブレイク接点 b 1 1 は、端子 T 1 1 と端子 T 1 2 との間に接続される。同様に、第 2 系統のブレイク接点 b 2 1 は、端子 T 2 1 と端子 T 2 2 との間に接続される。一方、有電圧接点对应の場合、第 1 系統側のブレイク接点 b 1 1 は、電源 2 4 V と端子 T 1 2 との間に接続される。同様に、第 2 系統側のブレイク接点 b 2 1 は、電源 2 4 V と端子 T 2 2 との間に接続さ

れる。

#### 【0074】

次に、図34及び図35の回路構成を前提として、本発明者等が新たに開発した診断処理の構成を、図28～図33を参照して説明する。この入力診断処理は、第1CPU201と第2CPU202とを並列に動作させながら行われる。また、処理全体の前半においては、第1CPU側が第1系統のブレーク接点に関する診断を担当し、第2CPU側は第2系統のブレーク接点に関する診断処理を実行する。一方、処理の後半においては、役割が反転して、第1のCPU側が第2系統のブレーク接点に関する診断処理を実行し、第2CPU側が第1系統のブレーク接点に関する診断処理を実行する。

#### 【0075】

また、これらの診断処理は、先に説明した端子T11, T12, T21, T22のそれぞれに、適宜出力信号を与え又は入力信号を取り込むといった処理を行うのであるが、それらの端子に関する電圧出力に関しては、あらかじめ役割が固定化されている。すなわち、第1系統の端子T11, T12に対する電圧の出力は、第1CPU側が行うものとされ、第2系統の端子T21, T22に関する電圧の出力は、第2CPU側が担当するものとされている。これらの関係は、ハードウェア的に固定化されたものである。一方、それら4個の端子T11, T12, T21, T22からの信号の取り込みは、第1CPU及び第2CPUが並列に行えるように構成されている。すなわち、それら4個の端子T11, T12, T21, T22からの信号の取り込みは、第1CPU又は第2CPUのいずれもが行えるように構成されている。

#### 【0076】

次に、図28及び図29を参照しながら、入力診断処理の前半の処理について説明する。それらの図において処理が開始されると、第1CPU並びに第2CPUのそれぞれにおいては、互いにCPU間通信（ステップ701, 721）を実行することによって、まず、同期の確立を行う。

#### 【0077】

続いて、第1CPUの側では、T12D=オンの判定（ステップ702）を行



う。図34の回路から明らかなように、T11P (out) がオン (“H”) の状態において、T12Dがオン (“H”) かオフ (“L”) かを見れば、第1系統のブレイク接点b11が断線又は不導通していることを判定できる。ここで、T12D=オンでないと判定されると (ステップ702NO)、エラーテーブル4 (詳細は後述) が更新されて (ステップ703)、断線又は不導通発生が記憶される。これに対して、T12D=オン (“H”) であれば (ステップ702YES)、断線又は不導通は生じていないものと判定される。

#### 【0078】

続いて、第1CPUの側では、T12Pをオン (“H”) させ (ステップ704)、100 $\mu$ s以上のウェイト処理を実行した後 (ステップ705)、今度はT12D=オフ (“L”) の判定 (ステップ706) を実行する。ここで、T12Pをオン (“H”) させた状態において、T12D=オフ (“L”) を判定するということは、端子T12に接続された入力回路の状態を診断することを意味している。ここで、T12D=オフ (“L”) でないと判定されれば (ステップ706NO)、所定のエラーテーブル1が更新されて (ステップ707)、第1系統側の端子T12に内蔵された入力回路等の異常が記憶される。

#### 【0079】

続いて第1CPUの側では、さらにT12Pをオフ (“L”) させ (ステップ708)、T11Pをオフ (“L”) させた後 (ステップ709)、300 $\mu$ s以上のウェイト処理を実行した後 (ステップ710)、図29へ移って、T11min=オフ (“L”) の判定 (ステップ711) を行う。ここで、T12をオフ (“L”)、T11Pをオフ (“L”) の状態において、T11min=オフ (“L”) を判定するということは、第1系統のブレイク接点b11と第2系統のブレイク接点b21との系統短絡を判定することを意味している。ここで、T11min=オフ (“L”) でないと判定されると (ステップ711NO)、エラーテーブル3が更新されて (ステップ712)、先ほど説明した、第1系統と第2系統との短絡が記憶される。

#### 【0080】

さらに、第1CPUの側では、T12D=オフ (“L”) の判定 (ステップ7

1 3) が実行される。ここで、T 1 2 D=オフ (“L”) を判定するということは、特にセーフティスイッチがマットスイッチの場合において、マットスイッチに対する 2 4 V の配線を間違えて結線、または断線したような場合を意味している。ここで、T 1 2 D=オフ (“L”) でないと判定されれば (ステップ 7 1 3 NO)、エラーテーブル 6 が更新されて (ステップ 7 1 4)、マットスイッチに異常配線があった旨が実質的に記憶される。

#### 【0 0 8 1】

続いて、第 1 CPU の側では、T 1 1 P をオン (“H”) させた後、T 1 1 M =オン (“H”) の判定を行う (ステップ 7 1 6)。ここで、T 1 1 P をオン (“H”) させた状態において、T 1 1 M =オン (“H”) を判定するということは、第 1 系統側の端子 T 1 1 に内蔵された回路の故障診断を行っていることを意味している。ここで、T 1 1 M =オン (“H”) でないと判定されれば (ステップ 7 1 6 NO)、エラーテーブル 5 が更新されて (ステップ 7 1 7)、端子 T 1 1 に内蔵された回路の異常が記憶される。

#### 【0 0 8 2】

一方、以上第 1 CPU 側の処理の最中、第 2 CPU 側においては、CPU 間通信を行った後 (ステップ 7 2 1)、1 0 0  $\mu$  s ウェイト処理を実行して (ステップ 7 2 2)、しかる後 T 1 2 D=オフ (“L”) の判定 (ステップ 7 2 3) を行う。ここで、T 1 2 D=オフ (“L”) ということは、先に第 1 CPU 側において行った処理 (ステップ 7 0 6, 7 0 7) と同じである。すなわち、第 2 CPU 側においても、端子 T 1 2 の内部入力回路が正常であるか否かを判定することを意味している。

#### 【0 0 8 3】

このようにして、第 1 CPU 側において、ステージ # 1, ステージ # 2, ステージ # 3 が順次実行される一方、第 2 CPU 側においてもステージ # 1 の状態が終了すると、最後に両 CPU においては判定処理 (ステップ 7 1 8, 7 2 5) を実行する。

#### 【0 0 8 4】

判定処理の詳細を示すフローチャートが図 3 6 に示されている。この判定処理

においては、図 37 に示されるエラーテーブルの内容を参照することによって、セーフティスイッチ側の故障及び／又は入力端子台に内蔵された入力回路及び出力回路の異常を判定する。すなわち、図 37 に示されるように、入力診断用のエラーテーブルには、基本モジュール並びに拡張モジュール 1 ～ 8 のそれぞれごとに、診断結果記憶エリアが設けられている。尚、図中モードと記された欄は、当該モジュールの動作モードを示している。ここで先に説明したように、『0』は非常停止モード、『1』は非常停止＋入力 1 アクティブ反転モード、『2』は両手操作スイッチモード、『3』はマツトスイッチモード、『4』はライトカーテンモード、『-1』は接続なしをそれぞれ示している。また、診断結果記憶領域には、『テーブル 1 自入力部故障』、『テーブル 2 他入力部故障』、『テーブル 3 安全入力』、『テーブル 4, 6 断線』、『テーブル 5 モニタ回路故障』からなる 5 つのエリアが設けられている。そして、各エリアには、診断結果が所定のコードで記憶されている。ここで『0』は診断未実施（システムによって定期的にクリアされる）を示しており、『-1』は正常終了、『1』は異常 1 回目、『2』は異常 2 回目をそれぞれ示している。従って、この入力診断用のエラーテーブルの内容を参照することによって、基本モジュール並びに拡張モジュールのそれぞれについて、そのモードを参照しつつ、診断結果を確認することによって、セーフティスイッチ側の故障、及び／又は端子台側の入力回路及び／又は出力回路の故障を的確に判定することができるのである。

#### 【0085】

次に、以上説明した前半処理の信号状態を、図 30 のタイムチャートに従って説明する。同図において、上側が第 1 CPU 側の処理であり、下側が第 2 CPU 側の処理である。図から明らかなように、第 1 CPU 側の処理においては、T12P(out) をオン（“H”）させた状態において、T12D の信号状態を参照することにより、内部回路の故障状態を判定することができる。一方、T11P(out) をオフ（“L”）させた状態において、T11M(in) の状態を参照することによって、24V のままは入力系統間ショートとして判定することができる。また、T12D の信号状態を参照し、これが当初から“L”の状態の場合には、マツトスイッチの場合のみにおいては、断線と判定することができる。

。一方、第2CPU側の処理において、T12Dを参照することにより、内部回路の故障等を適切に判定することができる。

#### 【0086】

次に、入力診断処理の後半の処理を、図31～図33を参照して説明する。尚、これらの処理は、先に説明した前半の処理におけるものを、第1CPU側と第2CPU側とを交換したものに相当する。すなわち、この実施の形態においては、第1CPU側と第2CPU側とにおいて交互に同一の処理を実行することにより、故障診断時期に時間差を持たせることによって、接続されたセーフティスイッチの2つの系統間における短絡を確実に検出しようとするものである。尚、図31～図33の処理は、先に前半の処理に関して説明した図28～図30の処理と全く同一であるから、詳細な説明は省略する。

#### 【0087】

最後に、判定処理の詳細を示すフローチャートが図36に示されている。同図において処理が開始されると、まずテーブル1エラー<2の判定（ステップ801）が行われる。ここでは、テーブル1エラー<2でないと判定された場合に限り（ステップ801NO）、エラーコードがセットされる（ステップ802）。

#### 【0088】

続いて、テーブル2エラー<2の判定が行われ（ステップ803）、ここではテーブル2エラー<2でないと判定された場合に限り（ステップ803NO）、エラーコードのセットが行われる（ステップ804）。

#### 【0089】

続いて、テーブル5エラー<2の判定が行われ（ステップ805）、ここではテーブル5エラー<2でないと判定された場合に限り（ステップ805NO）、エラーコードのセットが行われる（ステップ806）。

#### 【0090】

続いて、動作モードがマットモードであるか否かの判定が行われる（ステップ807）。ここで動作モードがマットモードでないと判定されれば（ステップ807YES）、テーブル3エラー<2の判定が行われ（ステップ808）、ここでは、テーブル3エラー<2でないと判定された場合に限り（ステップ808N

O)、エラーコードのセットが行われる (ステップ 8 0 9)。

#### 【0 0 9 1】

これに対して、動作モードがマットモードと判定された場合には (ステップ 8 0 7 N O)、続いてテーブル 4 エラー < 2 の判定が行われ (ステップ 8 1 0)、ここではテーブル 4 エラー < 2 でないと判定された場合に限り (ステップ 8 1 0 N O)、エラーコードのセットが行われる (ステップ 8 1 3)。

#### 【0 0 9 2】

一方、テーブル 4 エラー < 2 であると判定された場合には (ステップ 8 1 0 Y E S)、続いてテーブル 6 エラー < 2 の判定が行われ (ステップ 8 1 1)、ここではテーブル 6 エラー < 2 でないと判定された場合に限り (ステップ 8 1 1 N O)、エラーコードのセットが行われる (ステップ 8 1 2)。

#### 【0 0 9 3】

このようにして、エラーコードがセットされると (ステップ 8 0 2, 8 0 4, 8 0 6, 8 0 9, 8 1 3, 8 1 2)、このセーフティコントローラは動作を停止し、いわゆるロックアウト状態へと移行するのである。すなわち、外部に接続されたセーフティスイッチの断線や短絡、あるいは入力端子台に内蔵される入力回路や出力回路に異常があれば、直ちにセーフティコントローラの動作は停止され、それらの異常に基づく危険な状態への移行が未然に防止されるわけである。

#### 【0 0 9 4】

次に、基本モジュール又は拡張出力モジュールにおいて実行される出力処理の詳細を示すフローチャートが図 3 8 に示されている。同図において処理が開始されると、スロットを指定するポインタを『+ 1』に初期設定した後 (ステップ 9 0 1)、ポインタにて指定されるスロットに装着されたモジュール (基本モジュール又は拡張モジュール) が出力モジュールであるか否かの判定を行う (ステップ 9 0 2)。ここで出力モジュールと判定されれば (ステップ 9 0 2 Y E S)、先に図 2 6 のフローチャートにおけるステップ 5 1 6, 5 1 7, 5 2 3, 5 2 4 において記憶された出力判定値の読み出しが行われ (ステップ 9 0 3)、それらの判定値に応じた出力処理が実行される (ステップ 9 0 4)。

#### 【0 0 9 5】

以後、スロット指定ポインタの値を+1ずつ更新させながら、該当するスロットに関して出力モジュールであるか否かの判定を行い、出力モジュールである場合には以上の処理（ステップ903，904）を繰り返すことによって、基本モジュール又は拡張出力モジュールの該当する出力端子台から外部へと出力信号を送り出すのである。

#### 【0096】

以上詳細に説明したように、本発明のセーフティコントローラにあっては、基本モジュール2内のプログラムメモリ202a，202bに、セーフティ入力信号の状態とセーフティ出力信号の状態との関係を規定するセーフティ動作プログラムを予定されるセーフティスイッチの種類のそれぞれについて記憶させる一方、パソコン（PC）6を介して、外部入力端子部とその外部入力端子部に接続されるべきセーフティスイッチの種類とを設定し、しかる後、動作モードにおいては、動作プログラム記憶手段であるプログラムメモリ202a，202bに記憶された複数種のセーフティ動作プログラムの中で、設定手段にて設定されたスイッチ種類に対応するセーフティ動作プログラムを選択し、これを設定手段にて設定された外部入力端子部に関して実行させるようにしたものであるから、基本モジュール並びに拡張モジュールのそれぞれに任意の種類のセーフティスイッチを接続可能であると共に、それらに対応した動作プログラムを適切に動作させることによって、任意個数のセーフティスイッチを様々に組み合わせて、所望するセーフティシステムを効率よく実現することができる。

#### 【0097】

加えて、各入力端子部においては、外部接続されたセーフティスイッチのみならず、内部入出力回路についても、適宜に故障診断が行われるため、それらの処理とも相俟って、高い安全性を維持しつつ、セーフティコントローラを運転させることができるのである。

#### 【0098】

次に、各種スイッチに対応する動作プログラムの詳細（特に、動作プログラムの入力値判定部分）を、図39～図50を参照しながら詳細に説明する。

#### 【0099】

非常停止スイッチモードにおけるコントローラの動作（入力判定部分）を示す状態遷移図が図39に示されている。同図に示されるように、この状態遷移図には、『INITIAL』、『READY#2』、『TIMEOUT#2』、『ON』、『TIMEOUT#3』、『TIMEOUT#1』、『READY#1』とからなる7つの状態が存在する。これらの状態間の遷移は、特定の条件の成立により行われる。図では、それらの条件が矢印とこれに付された記号で表されている。

#### 【0100】

例えば状態『INITIAL』から状態『READY#1』への移行は、条件 $T22 = X$ の成立により行われる。逆に、状態『READY#1』から状態『INITIAL』への移行は、条件 $T22 = \text{反転}X$ （ $X$ の論理反転）の成立により行われる。この状態遷移図の読み方は、上述の要領により、当業者であれば容易に理解されるはずであるが、念のため、主要な動作を分かりやすくフローチャートを使用して説明する。

#### 【0101】

非常停止スイッチがオフからオンに切り替わったことを判定するための処理プログラムを示すフローチャートが図40に示されている。いま仮に、端子 $T12$ と $T22$ （図34、35参照）はOFF（“L”）であると想定する（ステップ1001）。続いて、ステップ1002においては、 $T12$ がON（“H”）であるか否かの判定が行われる。ここで $T12$ がON（“H”）ではないと判定されれば（ステップ1002NO）、ステップ1009へ進んで、非常停止スイッチはOFFと判定される。これに対して、 $T12$ がON（“H”）であれば（ステップ1002YES）、系統間同期監視タイマがスタート中でないことを条件として（ステップ1003NO）、系統間同期監視タイマをスタートさせた後（ステップ1004）、 $T22$ がON（“H”）であるか否かの判定を行う（ステップ1005）。ここで $T22$ がON（“H”）でなければ（ステップ1005NO）、続いて系統間同期監視タイマがタイムアップするのを待機する（ステップ1008）。その間に $T22$ がON（“H”）と判定されれば（ステップ1005YES）、後述する履歴処理（ステップ1006）を実行した後、非常停止

スイッチはONと判定される（ステップ1007）。これに対して、系統間同期監視タイマがタイムアップしてしまえば（ステップ1008 YES）、非常停止スイッチはOFFと判定される（ステップ1009）。

#### 【0102】

次に、非常停止スイッチがONからOFFに切り替わったことを判定するための処理のプログラムを示すフローチャートが図41に示されている。いま仮に、端子T12とT22がON（“H”）であると仮定する（ステップ1101）。この状態において、T12がON（“H”）であって（ステップ1102 YES）、かつT22がON（“H”）であれば（ステップ1103 YES）、非常停止スイッチはONと判定される。これに対して、端子T12、T22のいずれかがOFF（“L”）であると判定されれば（ステップ1102 NO又は1103 NO）、非常停止スイッチはOFFと判定される（ステップ1105）。

#### 【0103】

次に、図42～図44を参照して、セーフティスイッチ作動時を利用した接点溶着診断について説明する。先に図40を参照して説明したように、セーフティスイッチの作動時にあっては、ステップ1006において履歴処理が実行される。この履歴処理（ステップ1006）は、セーフティスイッチが有する2系統の入力信号T12、T22のそれぞれについて、入力タイミング間の同期ずれ時間を計測し、これを時系列的にメモリに記憶させるものである。

#### 【0104】

すなわち、図42に示されるように、履歴処理（ステップ1006）においては、FIFOスタックを構成するメモリエリアのポインタを+1ずつ歩進させながら（ステップ1201）、ポインタの指定しているアドレスに対して、図43（b）に示される同期ずれ時間T1を記憶させる。FIFOスタック処理を実現するため、ポインタの値が最終アドレスを超えた場合には（ステップ1202 YES）、ポインタの内容を0にクリアさせる（ステップ1203）。

#### 【0105】

以上の処理を繰り返す結果、図43（a）に示されるように、基本モジュール2のRAMのワークエリアに形成された履歴生成領域（図43（a）参照）には



、先ほど説明した同期ずれ時間（ $T_1$ ）が安全入力 of 系統間の測定時間として順次記憶される。すなわち、図 43（a）の例にあっては、ポインタで指定されるアドレス 0001, 0002, 0003, 0004, … 000F のエリアに、95ms, 100ms, 102ms, 100ms, … 98ms のように同期ずれの時間（ $T_1$ ）が格納されていく。図 43（b）のタイムチャートは、セーフティスイッチが有する 2 系統の入力端子  $T_{12}$ ,  $T_{22}$  のそれぞれのオンタiming を比較して示すものであり、それらの立ち上がり時間の差が同期ずれ時間（ $T_1$ ）となる。一方、これらの同期ずれ時間（ $T_1$ ）は監視しきい値（ $T_h$ ）と比較され、同期ずれの時間（ $T_1$ ）が監視しきい値（ $T_h$ ）を超えた場合、先のフローチャートにおいてステップ 1008 で示されたように、タイマのタイムアップによって、非常停止スイッチは OFF と判定されることとなる（ステップ 1009）。

#### 【0106】

一方、図 43（a）に示される履歴生成領域の内容は、適宜パソコン（PC）6 へと読み出しが可能となされている。すなわち、図 44 のフローチャートに示されるように、基本モジュールにおいて、受信データを読み出し（ステップ 1301）、読み出されたコマンドが安全入力の同期時間読み出しコマンドであると判定されれば（ステップ 1302）、指定された履歴数分だけメモリの内容の読み出しが行われ（ステップ 1303）、それに基づいて送信データが作成されて、読み出し要求を行ったパソコン（PC）6 へと返送されるのである（ステップ 1304）。

#### 【0107】

このように、図 40 に示されるように、セーフティコントローラとしての通常の動作を行いつつ、入力スイッチを構成する第 1 系統の入力信号と第 2 系統の入力信号との立ち上がり時間差（同期ずれ時間  $T_1$ ）を検出し、これを図 43（a）に示されるように、履歴生成領域へと時系列的に記憶させておき、しかる後、任意の時点において、パソコン（PC）6 から所定の読み出しコマンドを送り出すことによって、図 44 のフローチャートに示されるように、履歴生成領域からのデータ読み出し並びに送信データの作成を行って、これをパソコン（PC）6

側へと送り出すのである。一方、パソコン（P C）6の側でも、基本モジュールから読み出された一連の同期ずれ時間（T 1）を、適当なしきい値と比較したり、あるいはその時系列的な変化の度合いをグラフ化するなどによって、取り扱い対象となるセーフティスイッチの接点劣化状況を判定したり、焼き付きに至る残り時間を推定するといった様々な用途に使用することができるであろう。

#### 【0 1 0 8】

次に、両手操作スイッチモードにおけるコントローラの動作（入力判定部分）を示す状態遷移図が図 4 5 に示されている。同図に示されるように、この状態遷移図には、『INITIAL# 1』、『INITIAL# 2』、『READY# 1』、『TIMEOUT# 1』、『TIMEOUT# 3』、『ON』、『TIMEOUT# 2』、『READY# 2』とからなる 8 個の状態が存在する。そして、これらの状態間の移行条件は、先に説明したように、矢印とその矢印に付された記号とで表されている。先に述べたように、この状態遷移図の理解は、先の要領により、当業者であれば容易であろうが、念のため図 4 6 ～図 4 8 を参照して、代表的な動作について分かりやすく説明する。

#### 【0 1 0 9】

図 4 6 において処理が開始されると、端子 T 1 2 と T 2 2 が OFF（“L”）かつ端子 T 1 3 と T 2 3 が ON（“H”）となることが待機される（ステップ 1 4 0 1）。この状態において、端子 T 1 2 と T 2 2 が OFF（“L”）かつ端子 T 1 3 と T 2 3 が ON（“H”）になると（ステップ 1 4 0 1 YES）、続いて端子 T 1 2 が ON（“H”）であるか否かの判定が行われる（ステップ 1 4 0 2）。ここで、端子 T 1 2 についても ON（“H”）と判定されれば（ステップ 1 4 0 2 YES）、接点間同期監視タイマがスタート中でないことを条件として（ステップ 1 4 0 3 NO）、接点間同期監視タイマをスタートさせた後（ステップ 1 4 0 4）、端子 T 1 3 が OFF（“L”）であるか否かの判定が行われる（ステップ 1 4 0 5）。ここで、端子 T 1 3 が OFF（“L”）と判定されれば（ステップ 1 4 0 5 YES）、続いて端子 T 2 2 が ON（“H”）かつ端子 T 2 3 が OFF（“L”）であるか否かの判定が行われる（ステップ 1 4 0 8）。ここで、端子 T 2 2 が ON（“H”）かつ T 2 3 が OFF（“L”）と判定されれば（

ステップ1408 YES)、両手操作スイッチはONと判定される(ステップ1409)。

#### 【0110】

これに対して、端子T13がOFF(“L”)であることを待機する間に(ステップ1405 NO)、接点間同期監視タイマがタイムアップすれば(ステップ1406 YES)、両手操作スイッチはOFFと判定され(ステップ1407)、処理は終了する。また、端子T22がON(“H”)かつT23がOFF(“L”)でなければ(ステップ1408 NO)、系統間同期監視タイマがスタート中でないことを条件として(ステップ1410 NO)、系統間同期監視タイマをスタートさせた後(ステップ1411)、系統間同期監視タイマがタイムアップするのを待機する(ステップ1412 NO)。この状態において、系統間同期監視タイマがタイムアップすれば(ステップ1412 YES)、両手操作スイッチはOFFと判定される(ステップ1413)。

#### 【0111】

次に、両手操作スイッチがONからOFFに切り替わったことを判定するための処理プログラムを示すフローチャートが図48に示されている。同図において、いま仮に端子T12とT22はON(“H”)、かつ端子T13とT23はOFF(“L”)であると想定する(ステップ1501)。この状態において、端子T12がON(ステップ1502 YES)、T22がON(ステップ1503 YES)、T13がOFF(ステップ1504 YES)、かつT23がOFF(ステップ1505 YES)と判定されれば、両手操作スイッチはONと判定される(ステップ1506)。

#### 【0112】

これに対して、T12がONでない(ステップ1502 NO)、T22がONでない(ステップ1503 NO)、T13がOFFでない(ステップ1504 NO)、T23がOFFでない(ステップ1505 NO)のいずれか1つが判定されれば、両手操作スイッチはOFFと判定される(ステップ1507)。

#### 【0113】

次に、マットスイッチモードにおけるコントローラの動作(入力判定部分)を

示す状態遷移図が図 49 に示されている。この状態遷移図は、『INITIAL』及び『ON』からなる 2 つの状態を有する。これらの状態間の移行は、マット OFF 又はマット ON のいずれかであって、極めて簡単である。これをフローチャートで示せば、図 50 に示されるように、系統間の短絡が起こっているか否かに基づいて（ステップ 1601、マットスイッチは OFF と判定され（ステップ 1602）又はマットスイッチは ON と判定される（ステップ 1603））。

#### 【0114】

次に、この実施形態に示される基本モジュール又は拡張モジュールに組み込まれた様々なチェック処理について説明する。モジュールチェック処理の詳細を示すフローチャートが図 51 に示されている。このモジュールチェック処理とは、マザーボード上の拡張スロットに対して任意の拡張スロットを装着した場合、これが予め設定された種別の拡張モジュールかあるいはそうでないかの判定を自己診断できるようにしたものである。このモジュールチェック処理については、例えば、図 27 に示されるその他の診断処理（ステップ 602）において実行される。

#### 【0115】

図 51 において処理が開始されると、当該スロットに対応するメモリに ID が割り付けてあるか否かの判定が行われる（ステップ 1701）。ここでメモリに ID が割り付けてあれば（ステップ 1701 YES）、実際のモジュールから ID の読み出しが行われ（ステップ 1702）、次いでメモリに記憶された ID とモジュールから読み出された ID との照合が行われ（ステップ 1703）、両者が不一致な場合にはエラーとの認識が行われ（ステップ 1704）、コントローラの起動が禁止される。以上の処理が、マザーボードに装着された全てのスロットに関して行われる結果、例えば、パソコンから各スロットに対して様々な種別の拡張モジュールを設定はしたものの、オペレータのミス等によって、指定されたスロットに異なる種別の拡張モジュールが装着されてしまったような場合には、このモジュールチェック処理の実行により、誤動作が防止されることとなる。

#### 【0116】

次に、第 1 のバックチェックのための結線方法を示す配線図が図 52 に、同バ

ックチェックのための処理を示すフローチャートが図 5 3 にそれぞれ示されている。図 5 2 に示されるように、基本モジュール 2 にはフィードバック端子 F B 0 が設けられる。そして、この F B 0 と電源 2 4 V との間には、マグネットスイッチ M S 1 の補助ブレイク接点 M S 1 - 2 とマグネットスイッチ 2 の補助ブレイク接点 M S 2 - 2 とが直列に介在される。そのため、フィードバック端子 F B 0 の電圧（“H” 又は “L”）を観察することによって、マグネットスイッチ M S 1、M S 2 に対してセーフティ出力信号を送り出した後、実際にマグネットスイッチの主メイク接点 M S 1 - 1、M S 2 - 1 が O F F されたかどうかを確認することができる。すなわち、図 5 3 に示されるように、基本モジュール 2 内においては、端子 T 2 2、T 3 2 へとセーフティ出力を送出した後、フィードバック端子 F B 0 が O F F される時点を監視する（ステップ 1 8 0 1 N O）。そして、タイマをスタートした後（ステップ 1 8 0 2）、フィードバック入力が O N 状態のまま（ステップ 1 8 0 3）、監視時間が設定値を超えた場合には（ステップ 1 8 0 4 Y E S）、エラーとの判定を行うことによって（ステップ 1 8 0 5）、マグネットスイッチ M S 1、M S 2 の主接点 M S 1 - 1、M S 2 - 1 の接点焼き付き事故等をいち早く検出することができるのである。

#### 【0117】

次に、第 2 のバックチェックのための結線方法を示す配線図が図 5 4 に、同チェックのための処理を示すフローチャート（その 1）が図 5 5 に、同フローチャート（その 2）が図 5 6 にそれぞれ示されている。この例にあつては、拡張ユニット 4 A' の側に 2 個のフィードバック端子 F B 1、F B 2 が設けられる。そして、これらのフィードバック端子 F B 1、F B 2 は、マグネットスイッチ M S 1、M S 2 の補助ブレイク接点 M S 1 - 2、M S 2 - 2 がそれぞれ電源を介して接続される。これにより、ブレイク接点 M S 1 - 2、M S 2 - 2 の O N / O F F 状態を個別に拡張モジュール 4 A' に取り込み、マザーボード上のバスを介して基本モジュール 2 へと送り込むことによって、基本モジュール 2 内でマグネットスイッチ M S 1、M S 2 の接点溶着診断個別に行うことができる。

#### 【0118】

すなわち、図 5 5 のフローチャートに示されるように、各スロットに対してス

キャニングを行いつつ、出力モジュールと判定された場合には（ステップ1901 YES）、出力がOFFした時点から（ステップ1903 YES）、所定の監視時間が経過する間に（ステップ1906 NO）、フィードバック入力がONすることを（ステップ1905 YES）待機する。そして、フィードバック入力がONするたびに（ステップ1905 YES）、履歴処理（ステップ1908）を実行することによって、図57（a）に示されるように、履歴生成領域内にフィードバック測定時間を蓄積する。履歴生成処理（ステップ1908）の詳細が図56（a）に、また履歴読出し処理の詳細が図56（b）に示されている。この履歴生成処理（ステップ1908）においては、図56（a）に示されるように、図57（a）に示される履歴生成領域内においてポインタを+1更新しつつ（ステップ2001）、ポインタが最終アドレスを超えるたびに（ステップ2002）、ポインタを0に更新することによって（ステップ2003）、ポインタ値が示しているアドレスに書込を行う（ステップ2004）。そして、図57（b）に示されるように、セーフティ出力をOFFさせた後、フィードバック入力がONするまでのフィードバック時間を観察し、その時間的変位が監視しきい値に達するか否かによって、接点溶着診断を行うことができるのである。

#### 【0119】

一方、図57（a）に示される履歴生成領域の内容は、適宜パソコン（PC）6へと読み出しが可能となされている。すなわち、図56（b）のフローチャートに示されるように、基本モジュールにおいて、受信データを読み出し（ステップ2101）、読み出されたコマンドがフィードバック時間読み出しコマンドであると判定されれば（ステップ2102）、指定された履歴数分だけメモリの内容の読み出しが行われ（ステップ2103）、それに基づいて送信データが作成されて、読み出し要求を行ったパソコン（PC）6へと返送されるのである（ステップ2104）。

#### 【0120】

このように、図55に示されるように、出力がOFFした時点から、所定の監視時間が経過する間にフィードバック入力がONする時間差を検出し、これを図57（a）に示されるように、履歴生成領域へと時系列的に記憶させておき、し

かる後、任意の時点において、パソコン（PC）6から所定の読み出しコマンドを送り出すことによって、図56（b）のフローチャートに示されるように、履歴生成領域からのデータ読み出し並びに送信データの作成を行って、これをパソコン（PC）6側へと送り出すのである。一方、パソコン（PC）6の側でも、基本モジュールから読み出された一連のフィードバック時間を、適当なしきい値と比較したり、あるいはその時系列的な変化の度合いをグラフ化するなどによって、取り扱い対象となるマグネットスイッチの接点劣化状況を判定したり、焼き付きに至る残り時間を推定するといった様々な用途に使用することができるであろう。

#### 【0121】

次に、動作状態モニタ端子付きのセーフティコントローラの説明図（その1）が図58に示されている。この例にあっては、プログラマブル・コントローラ（PLC）からの動作状態信号S1を本発明のセーフティスイッチ（SC）のモニタ端子MT0に入力することによって、PLCが制御対象となる装置を作動させている状態かどうかの判定を行う。そして、PLCが該当する制御対象装置を作動させていない状態にあっては、仮にセーフティスイッチからの信号に基づいて、危険な状態と判定されるような場合にあっては、遮断出力OUT2、OUT3を出力させないことによって、例えばメンテナンス作業や運転停止中において、作業員が危険領域に進入したような場合、その都度セーフティスイッチが作動して、セーフティコントローラ（SC）によってコンタクタ（KM2，KM3）が不用意に遮断されることがないようにしているのである。すなわち、装置の制御系はプログラマブル・コントローラ（PLC）によって管理され、人の管理系はセーフティコントローラ（SC）によって独立に実行することにより、装置の制御系がアクティブな状態でない限り、仮に危険領域に作業員が進入しても、セーフティコントローラからは遮断出力が生じないようにしているのである。

#### 【0122】

動作状態モニタ端子付きのセーフティコントローラの説明図（その2）が図59に示されている。この例にあっては、同図（a）に示されるように、従来装置の制御系と人の管理系のそれぞれにマグネットスイッチKM1，KM2，KM3

が存在して、スイッチKM1についてはプログラマブル・コントローラ（PLC）で、スイッチKM2，KM3についてはセーフティコントローラ（SC）の出力OUT2，OUT3でON／OFF動作を行っていたものを、同図（b）に示されるように、プログラマブル・コントローラ（PLC）からセーフティコントローラ（SC）に対して動作指令信号S2を与え、これをセーフティコントローラ（SC）側のモニタ端子（MT1）で受けることによって、インターロックを掛け、プログラマブル・コントローラ（PLC）が動作していない時には、遮断出力OUT2，OUT3が出力されないようにして、装置の制御系における遮断スイッチKM1を省略可能としたものである。

#### 【0123】

次に、入力回路を利用したソレノイド診断の説明図が図60に示されている。この例にあつては、同図（a）に示されるソレノイド接続端子E1，E2に対して、同図（b）のタイムチャートに示されるように、出力Aout，Boutを送りながら、信号Ain，Binを観察することによって、ソレノイドSOLの導通故障並びに断線故障を判定できるようにしたものである。この診断処理については、先のフローチャートに示されたように、電源投入直後あるいは通常モード中の診断処理等の適宜なタイミングにおいて行うことができる。

#### 【0124】

最後に、各セーフティスイッチに対応した動作プログラムにおける出力制御態様（その1）が図61に、同出力制御態様（その2）が図62にそれぞれ示されている。

#### 【0125】

図61（a）に示されるものは、基本モジュール（main）の管理下において、基本モジュールの入力部（INmain）あるいは2つの拡張入力モジュール（INadditionally,2）のいずれかにおいて、セーフティスイッチがOFFと判定されると、基本モジュールの出力部（OUTmain）あるいは拡張出力モジュール（OUT1,2）の出力を全て一括してOFFさせるようにしたものである。

#### 【0126】

同図（b）に示されるものは、基本モジュール（main）の管理下において、基



本モジュールの入力部 (INmain) あるいは 2 つの拡張入力モジュール (INadditionall,2) のいずれかにおいて、セーフティスイッチが OFF と判定されると、基本モジュールの出力部 (OUTmain) と第 1 拡張モジュールの出力部 (OUT1) については瞬時に OFF させるものの、第 2 拡張出力モジュールの出力部 (OUT2) についてはオフデイレ出力させるものである。

#### 【 0 1 2 7 】

図 6 2 (a) に示されるものは、基本モジュール (main) の管理下において、基本モジュールの入力部 (INmain) がセーフティスイッチの OFF 判定を行うと、基本モジュールの出力部 (OUTmain) も瞬時 OFF させる一方、2 台の拡張モジュールの入力部 (INadditionall,2) のいずれかにおいて、セーフティスイッチが OFF と判定されると、それら拡張モジュールの出力部 (OUT1,2) を瞬時 OFF させるものである。

#### 【 0 1 2 8 】

図 6 2 (b) に示されるものは、基本モジュール (main) の管理下において、基本モジュールの入力部 (INmain) がセーフティスイッチの OFF 判定を行うと、基本モジュールの出力部 (OUTmain) 並びに 2 台の拡張モジュールの出力部 (OUT1,2) を瞬時 OFF させる一方、2 台の拡張モジュールの入力部 (INadditionall,2) のいずれかがセーフティスイッチの OFF 判定を行うと、それら拡張モジュールの出力部 (OUT1,2) を瞬時 OFF させるものである。

#### 【 0 1 2 9 】

このように、セーフティ動作プログラムを構成するセーフティスイッチの入力判定結果と出力制御状態との関係は、様々な態様を予め組み込むことが可能である。

#### 【 0 1 3 0 】

尚、以上説明したセーフティ動作プログラムについては、工場出荷時において固定的に組み込み、ユーザ側では変更ないし操作はできないものであるから、欧州への輸出等の際しても、セーフティ規格の認定を予め受けておけば、ユーザサイドにおいてどのような安全スイッチに対応する設定を行ったとしても、システム構築後にその都度安全なセーフティ規格の認定を受ける必要はなくなる。

**【0131】****【発明の効果】**

以上の説明で明らかなように、本発明によれば、予め予定された複数種類のセーフティスイッチのいずれかであれば、どの種類のセーフティスイッチにも簡単な操作で必要な動作プログラムを設定することができ、しかも欧州等への輸出に際しても、セーフティシステムへの組み込みの都度、セーフティ規格認定を受ける必要がない。また、本発明によれば、上記に加えて、多数のセーフティスイッチを含むセーフティシステムを構築する場合、或いは既設のセーフティシステムにおいてセーフティスイッチを増設する場合等に、これを低コストに実現することができる。

**【図面の簡単な説明】****【図1】**

セーフティコントローラの全モジュール装着状態における外観斜視図である。

**【図2】**

セーフティコントローラの拡張モジュール引き抜き状態における外観斜視図である。

**【図3】**

コントローラにパソコンを接続した状態を示すシステム外観図である。

**【図4】**

基本モジュールのハードウェア構成を示すブロック図である。

**【図5】**

基本モジュール内の第1，第2出力回路と外部電磁接触器との結線例を示す配線図である。

**【図6】**

入力拡張モジュールのハードウェア構成を示すブロック図である。

**【図7】**

出力拡張モジュールである電磁リレー出力モジュールのハードウェア構成を示すブロック図である。

**【図8】**

出力拡張モジュールである電磁リレー出力モジュール内のリレー接点と外部マグネットスイッチとの結線例を示す配線図である。

【図 9】

出力拡張モジュールであるソリッドステートリレー出力モジュールのハードウェア構成を示すブロック図である。

【図 1 0】

ソリッドステートリレー出力モジュール内のリレーと外部電磁接触器との結線例を示す配線図である。

【図 1 1】

マザーボードのハードウェア構成を示す図である。

【図 1 2】

非常停止スイッチの端子台結線方法を示す配線図である。

【図 1 3】

両手操作スイッチの端子台結線方法を示す配線図である。

【図 1 4】

マットスイッチの端子台結線方法を示す配線図である。

【図 1 5】

セーフティリミットスイッチの端子台結線方法を示す配線図である。

【図 1 6】

ライトカーテンの端子台結線方法を示す配線図である。

【図 1 7】

電磁ロック式セーフティドアスイッチとセーフティリミットスイッチの端子台結線方法を示す配線図である。

【図 1 8】

第 1, 第 2 C P U にて実行される制御プログラムの全体を概略的に示すフローチャートである。

【図 1 9】

設定モードにて実行される制御プログラムの全体を示すフローチャートである。

**【図 20】**

コマンド解析／EEPROM書き込み処理の詳細を示すフローチャートである。

**【図 21】**

EEPROM内のデータ配置の全体を表にして示す図である。

**【図 22】**

EEPROM内の拡張入力モジュール用のデータ配置を表にして示す図である。

**【図 23】**

EEPROM内の拡張出力モジュール用のデータ配置を表にして示す図である。

**【図 24】**

通常モードにて実行される制御プログラムの全体を示すフローチャートである。

**【図 25】**

入力処理／出力判定処理の詳細を示すフローチャートである。

**【図 26】**

出力判定処理の詳細を示すフローチャート（その 2）である。

**【図 27】**

診断処理の詳細を示すフローチャートである。

**【図 28】**

入力診断処理の詳細を示すフローチャート（その 1）である。

**【図 29】**

入力診断処理の詳細を示すフローチャート（その 2）である。

**【図 30】**

入力回路側の診断処理を示すタイムチャートである。

**【図 31】**

入力診断処理の詳細を示すフローチャート（その 3）である。

**【図 32】**

入力診断処理の詳細を示すフローチャート（その 4）である。

**【図 3 3】**

第 2 入力回路側の診断処理を示すタイムチャートである。

**【図 3 4】**

入力端子側のハードウェア構成とセーフティスイッチの結線例を示す図（無電圧接点对応）である。

**【図 3 5】**

入力端子台のハードウェア構成とセーフティスイッチの結線例を示す図（有電圧接点对応）である。

**【図 3 6】**

判定処理の詳細を示すフローチャートである。

**【図 3 7】**

入力診断用のエラーテーブルの内容を示す図である。

**【図 3 8】**

出力処理の詳細を示すフローチャートである。

**【図 3 9】**

非常停止スイッチモードにおけるコントローラの動作を示す状態遷移図である。

**【図 4 0】**

非常停止スイッチが OFF から ON に切換ったことを判定するための処理プログラムを示すフローチャートである。

**【図 4 1】**

非常停止スイッチが ON から OFF に切換ったことを判定するための処理プログラムを示すフローチャートである。

**【図 4 2】**

履歴生成のための処理プログラムを示すフローチャートである。

**【図 4 3】**

セーフティスイッチ作動時を利用した接点溶着診断の説明図である。

**【図 4 4】**

履歴読出のためのコマンド解析処理を示すフローチャートである。

**【図 4 5】**

両手操作スイッチモードにおけるコントローラの動作を示す状態遷移図である。

**【図 4 6】**

両手操作スイッチがOFFからONに切換ったことを判定するための処理プログラムを示すフローチャート（その1）である。

**【図 4 7】**

両手操作スイッチがOFFからONに切換ったことを判定するための処理プログラムを示すフローチャート（その2）である。

**【図 4 8】**

両手操作スイッチがONからOFFに切換ったことを判定するための処理プログラムを示すフローチャートである。

**【図 4 9】**

マットスイッチモードにおけるコントローラの動作を示す状態遷移図である。

**【図 5 0】**

マットスイッチのON／OFFを判定するための処理プログラムを示すフローチャートである。

**【図 5 1】**

モジュールチェック処理の詳細を示すフローチャートである。

**【図 5 2】**

第1のバックチェックのための結線方法を示す配線図である。

**【図 5 3】**

第1のバックチェックのための処理を示すフローチャートである。

**【図 5 4】**

第2のバックチェックのための結線方法を示す配線図である。

**【図 5 5】**

第2のバックチェックのための処理を示すフローチャート（その1）である。

**【図 5 6】**

第2のバックチェックのための処理を示すフローチャート（その2）である。

**【図 5 7】**

第 2 のバックチェック時を利用した接点溶着診断の説明図である。

**【図 5 8】**

動作状態モニタ端子付のセーフティーコントローラの説明図（その 1）である

。

**【図 5 9】**

動作状態モニタ端子付のセーフティーコントローラの説明図（その 2）である

。

**【図 6 0】**

入力回路を利用したソレノイド診断の説明図である。

**【図 6 1】**

各セーフティースイッチに対応した出力制御態様（その 1）である。

**【図 6 2】**

各セーフティースイッチに対応した出力制御態様（その 2）である。

**【符号の説明】**

- 1 セーフティーコントローラ
- 2 基本モジュール
- 3 入力拡張モジュール
- 4 出力拡張モジュール
- 4 A 電磁リレー出力モジュール
- 4 B ソリッドステートリレー出力モジュール
- 5 モジュールホルダ
- 6 パソコン
- 7 RS-232Cコード
- 8 外部電源
- 9 セーフティースイッチ
- 10 電磁接触器
- 21 第 1 入力端子台
- 22 第 2 入力端子台

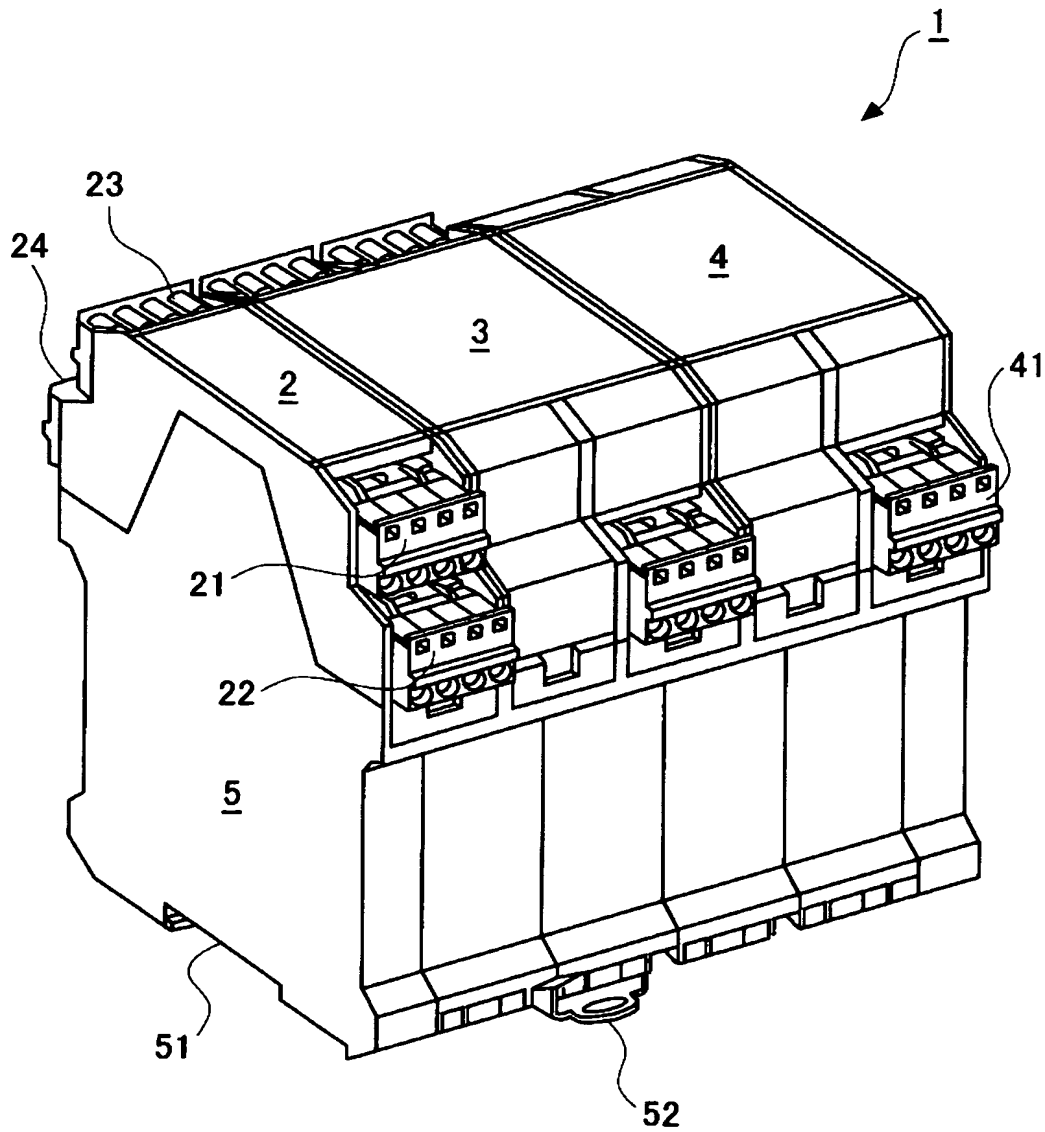
- 2 3 第 1 出力端子台
- 2 4 第 2 出力端子台
- 3 1 第 1 入力端子台
- 3 2 第 2 入力端子台
- 3 3 第 3 入力端子台
- 3 4 第 4 入力端子台
- 4 1 第 1 出力端子台
- 4 2 第 2 出力端子台
- 5 1 D I N レール取付溝
- 5 3 マザーボード
- 2 0 1 第 1 C P U
- 2 0 2 第 2 C P U
- 2 0 2 a , 2 0 2 b プログラムメモリ
- 2 0 3 第 1 入力回路
- 2 0 4 第 2 入力回路
- 2 0 5 第 1 出力回路
- 2 0 6 第 2 出力回路
- 2 0 7 通信回路 ( R S - 2 3 2 C )
- 2 0 8 電源回路
- 2 0 9 a , 2 0 9 b E E P R O M
- 3 0 1 第 1 入力回路
- 3 0 2 第 2 入力回路
- 3 0 3 第 3 入力回路
- 3 0 4 第 4 入力回路
- 3 0 5 第 1 バスインターフェース
- 3 0 6 第 2 バスインターフェース
- 3 0 7 電源ライン
- 4 0 1 第 1 出力回路
- 4 0 2 第 2 出力回路



403	モニタ回路
403a	第1モニタ回路
403b	第2モニタ回路
404	第1バスインターフェース
405	第2バスインターフェース
406, 407	電源ライン
411	第1出力回路
411a, 412b	ソリッドステートリレー
412	第2出力回路
531	基本モジュール用コネクタ
532a, 532b	アドレスデコーダ
533	拡張モジュール用コネクタ
534	データライン
535a	アドレスライン
536b	スロットセレクトライン
2HS	両手操作スイッチ
ES	非常停止スイッチ
LC	ライトカーテン
MDS	電磁ロック式セーフティードアスイッチ
MS	マットスイッチ
PB	押しボタン
R	受光器
SLS	セーフティーリミットスイッチ
SOL	ソレノイド
T	投光器

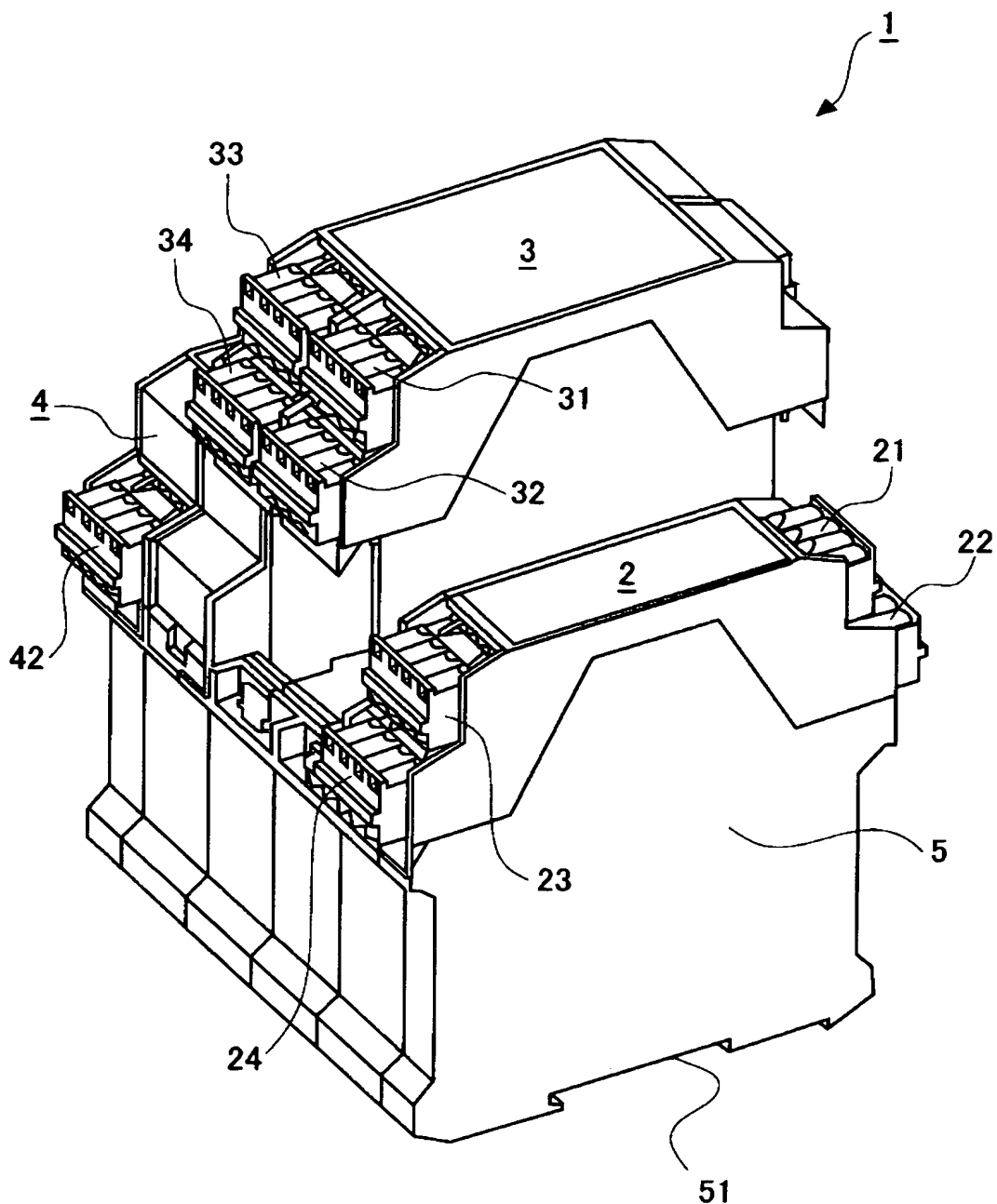
【書類名】 図面

【図 1】



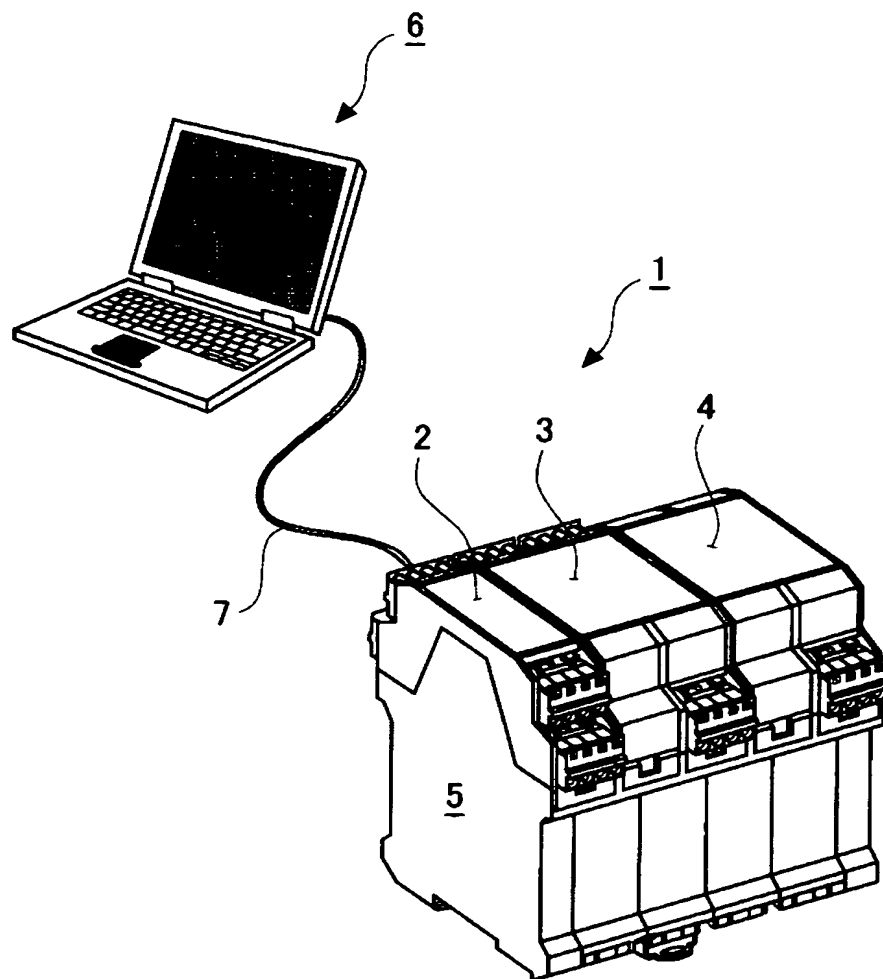
セーフティコントローラの  
全モジュール装着状態における外観斜視図

【図 2】



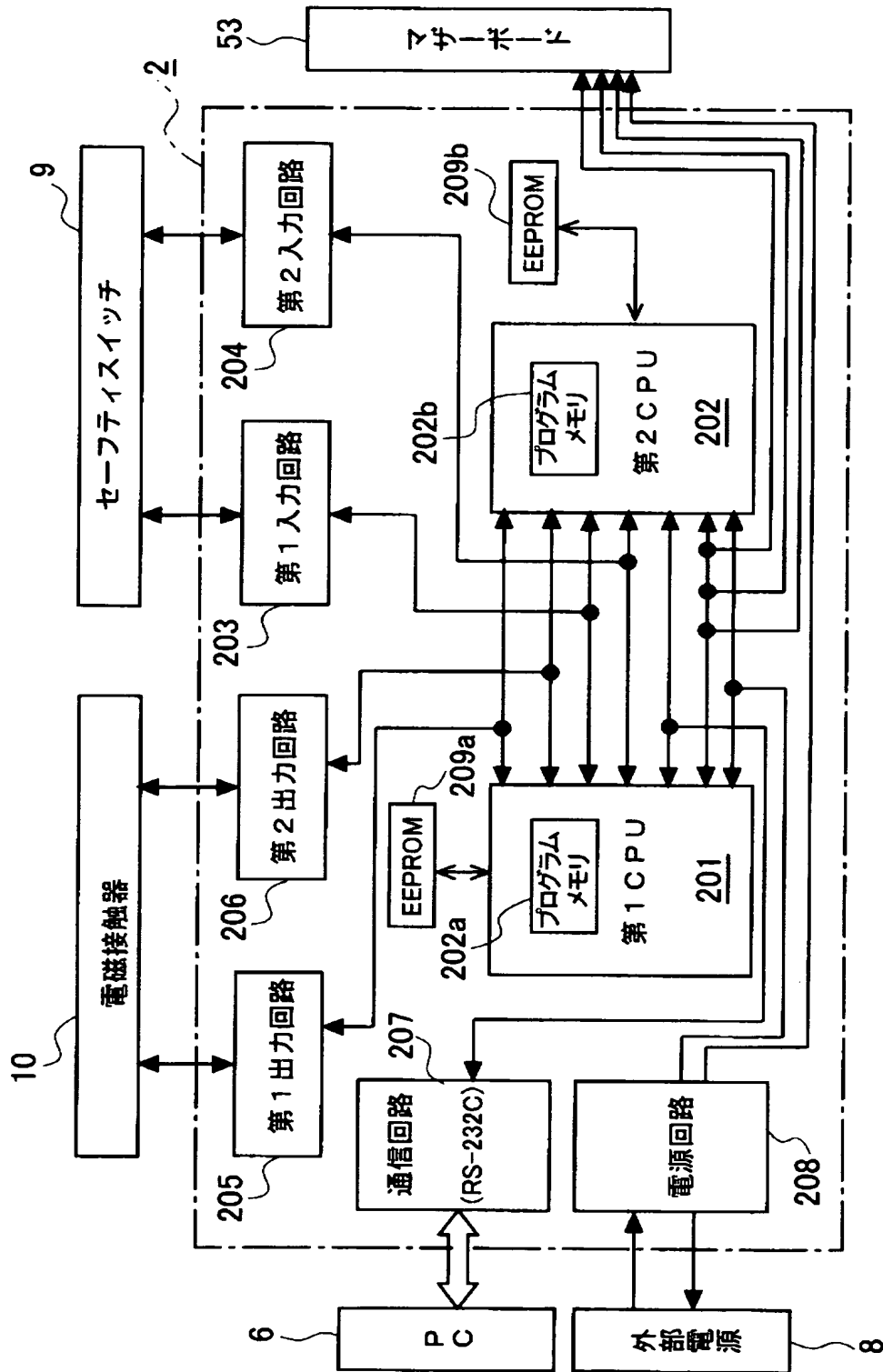
セーフティコントローラの拡張モジュール  
引き抜き状態における外観斜視図

【図 3】



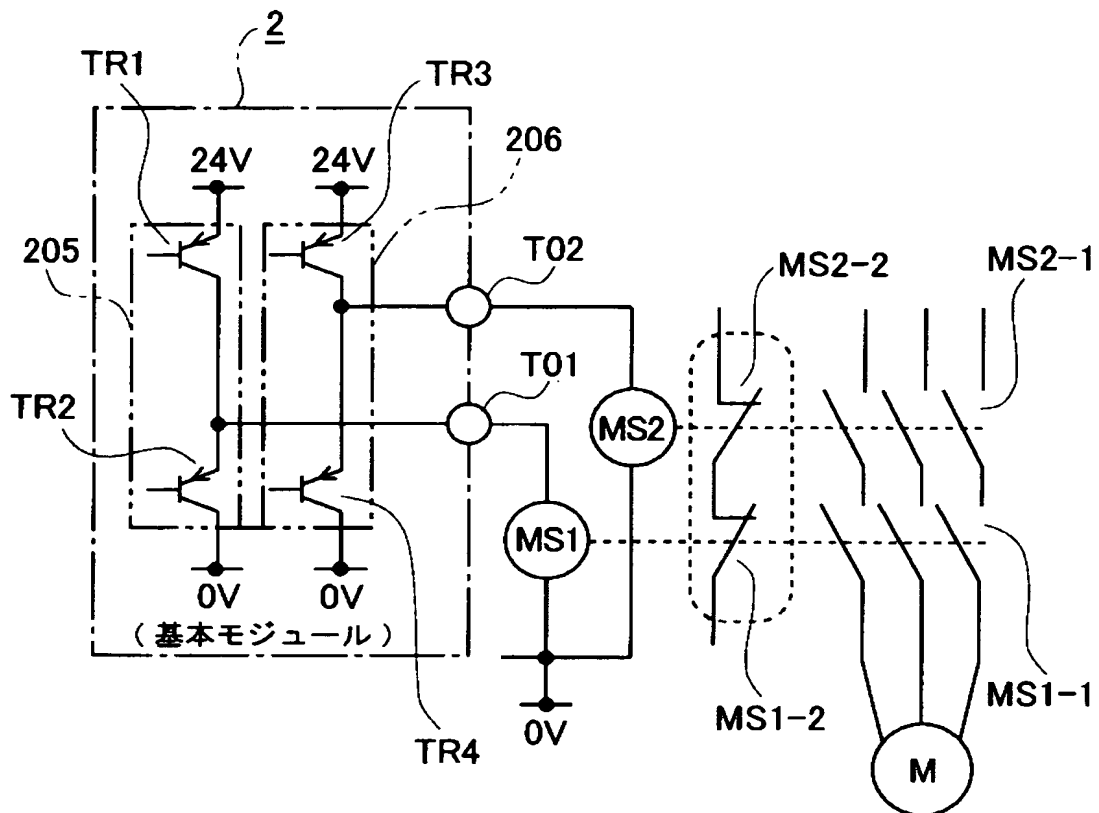
コントローラにパソコンを接続した状態を示すシステム外観図

【図 4】



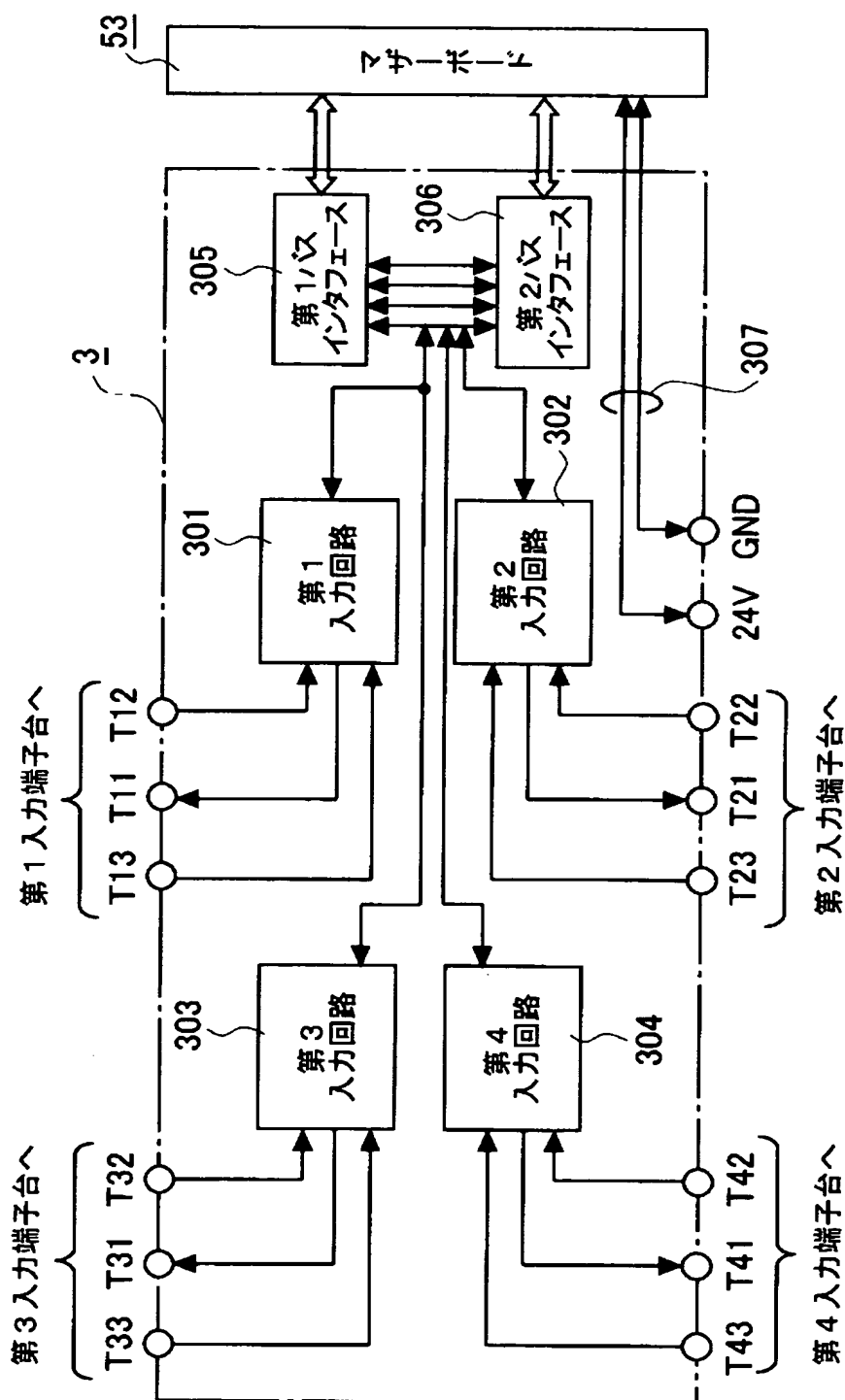
基本モジュールのハードウェア構成を示すブロック図

【図 5】



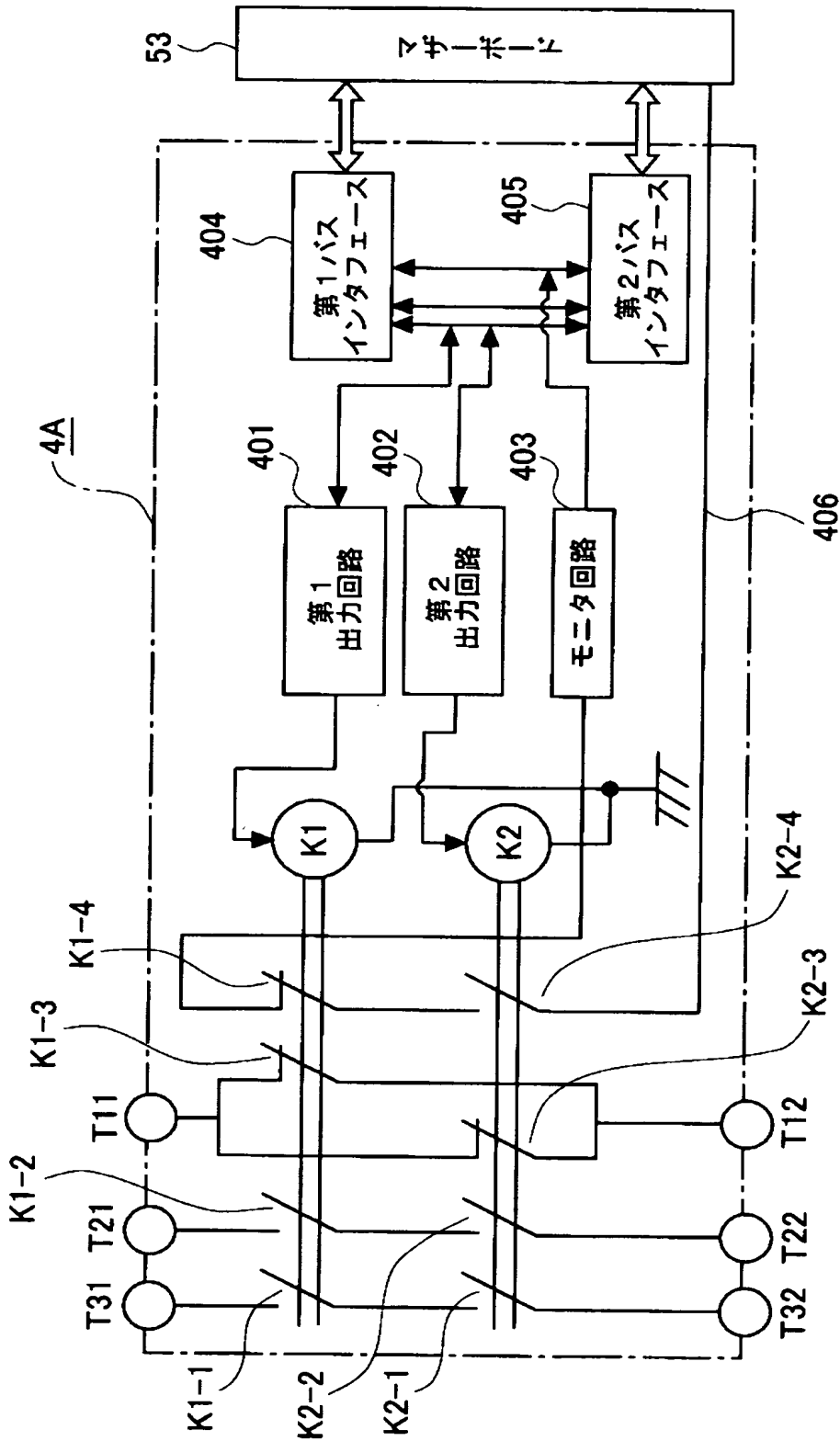
基本モジュール内の第1, 第2出力回路と  
外部電磁接触器との結線例を示す配線図

【図 6】



## 入力拡張モジュールのハードウェア構成を示すブロック図

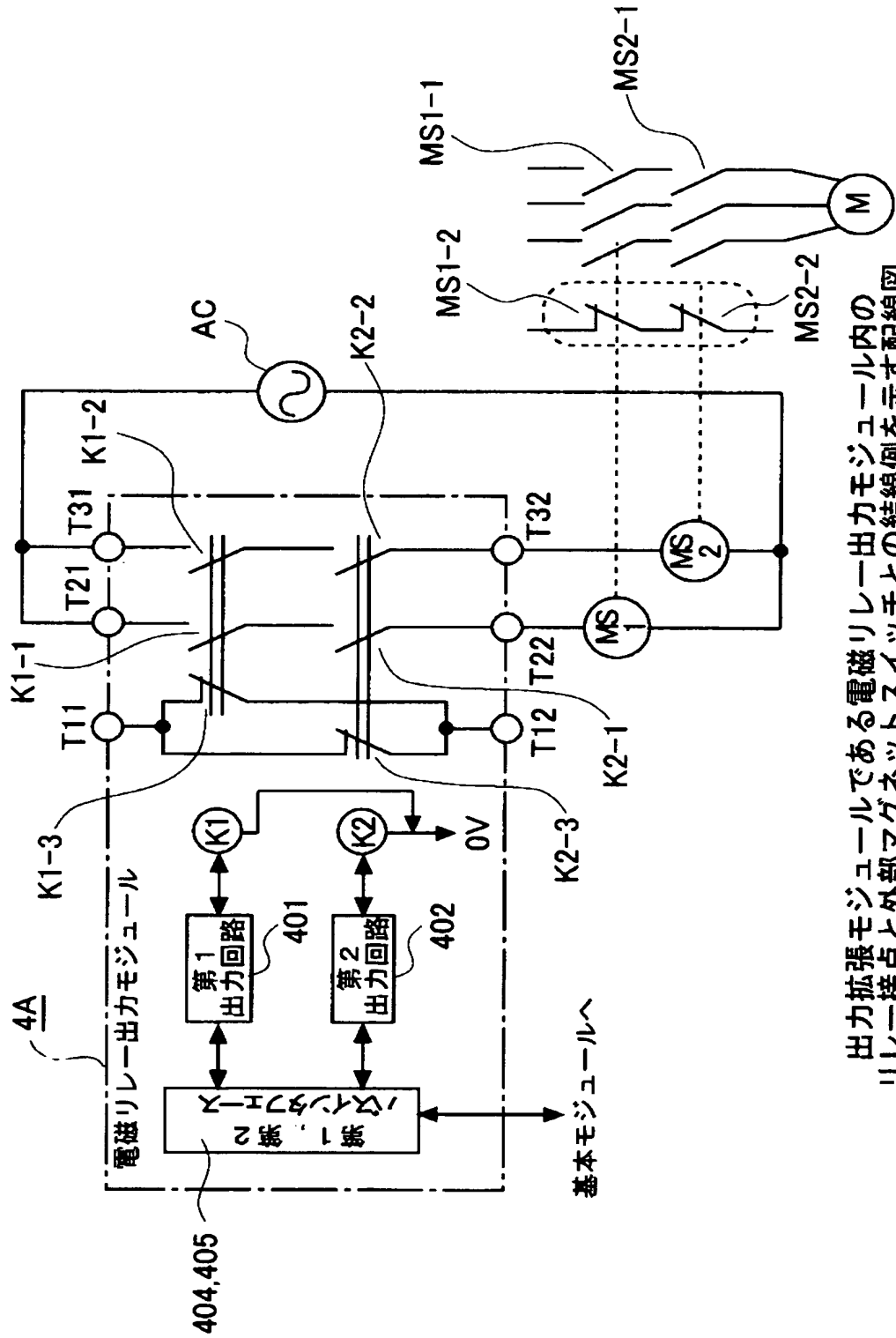
【図 7】



出力拡張モジュールである  
電磁リレー出力モジュールのハードウェア構成を示すブロック図

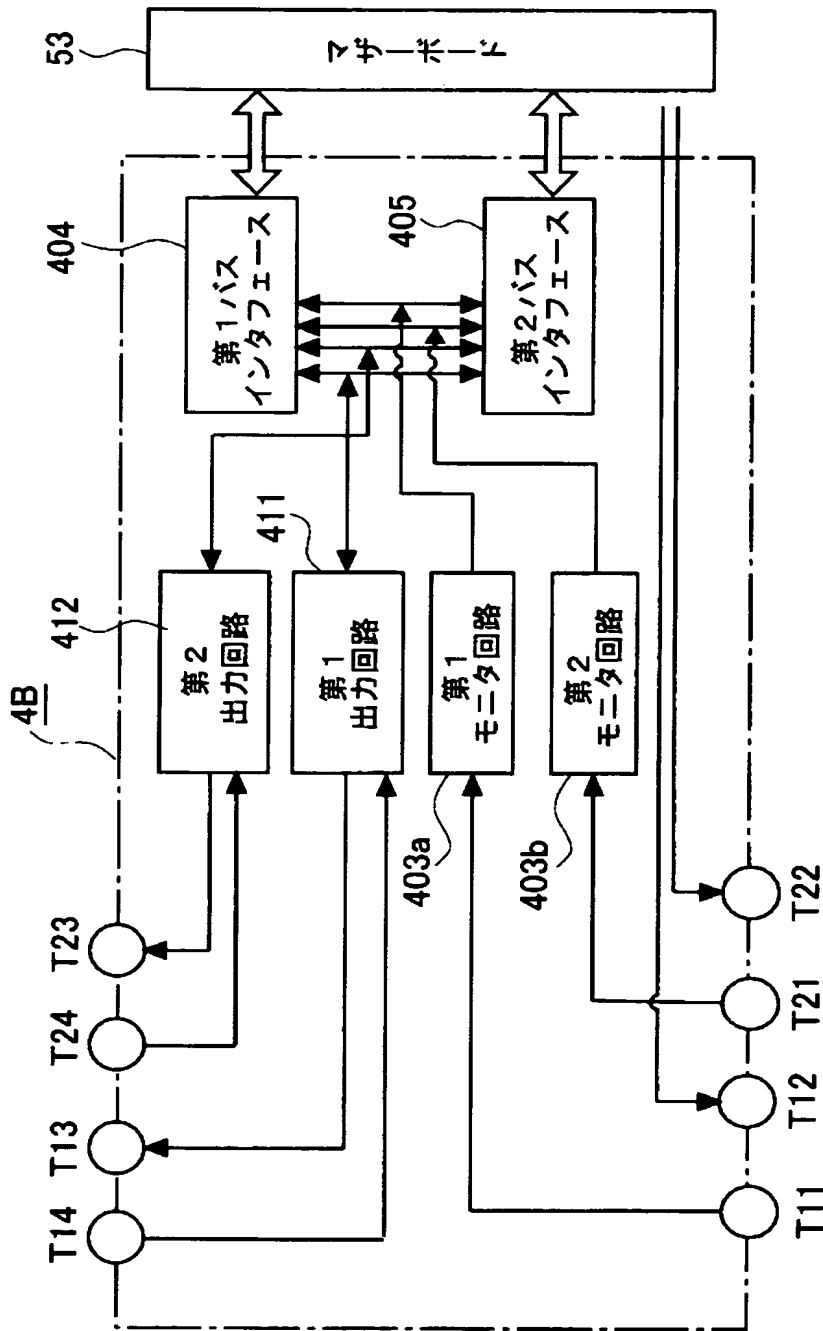


【図 8】



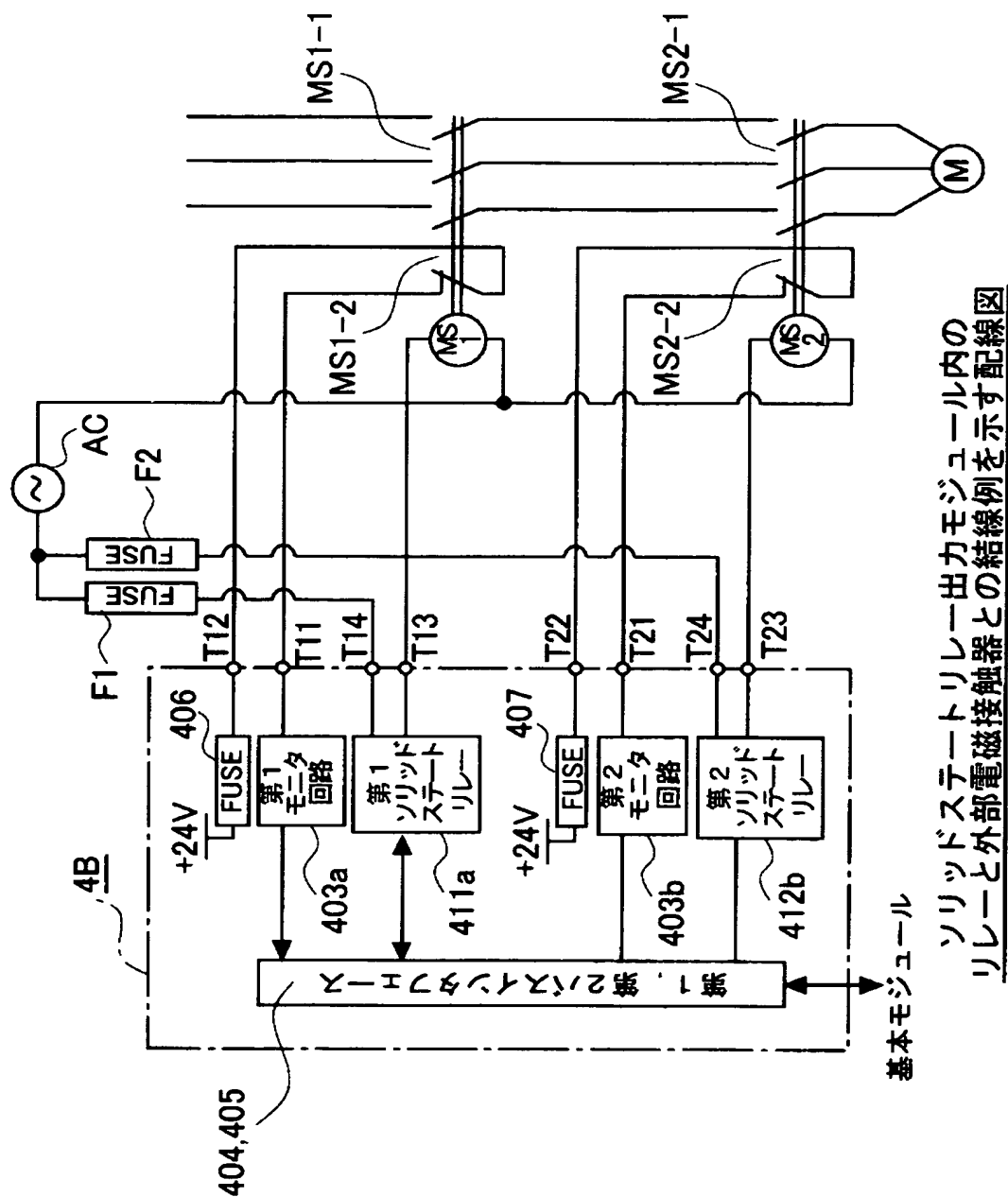
出力拡張モジュールである電磁リレー出力モジュール内の  
リレー接点と外部マグネットスイッチとの結線例を示す配線図

【図 9】

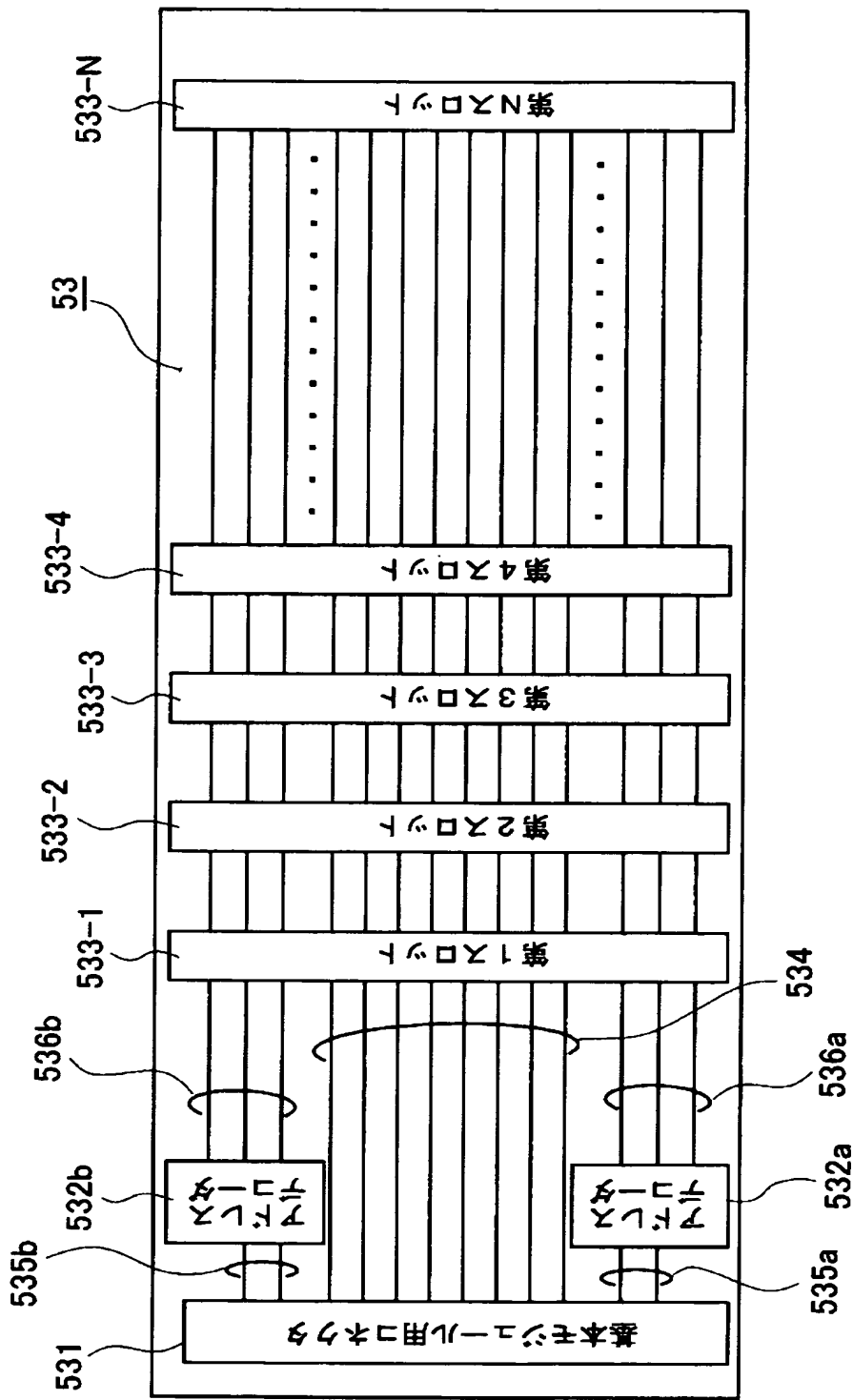


出力拡張モジュールである  
ソリッドステートリレー出力モジュールのハードウェア構成を示すブロック図

【図 10】

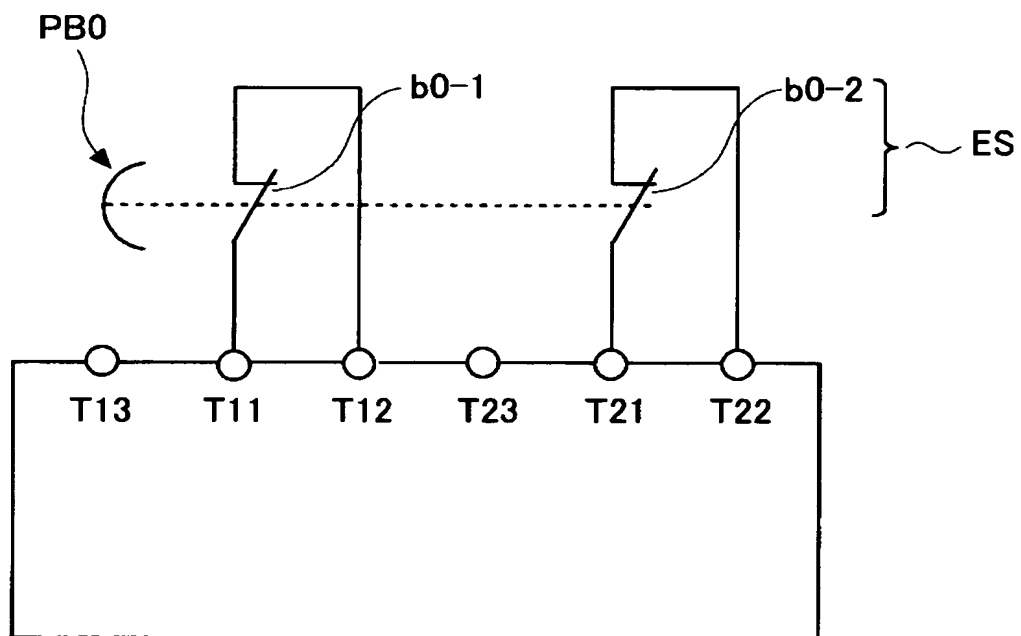


【図 11】

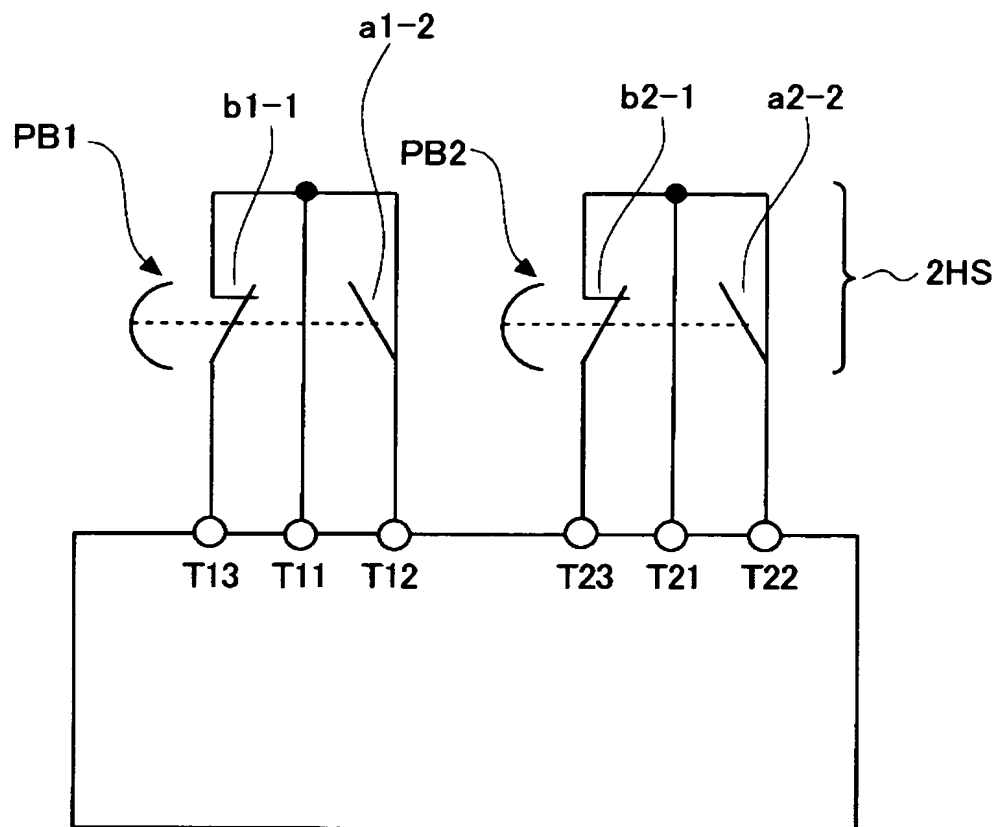


マザーボードのハードウェア構成を示す図

【図 12】

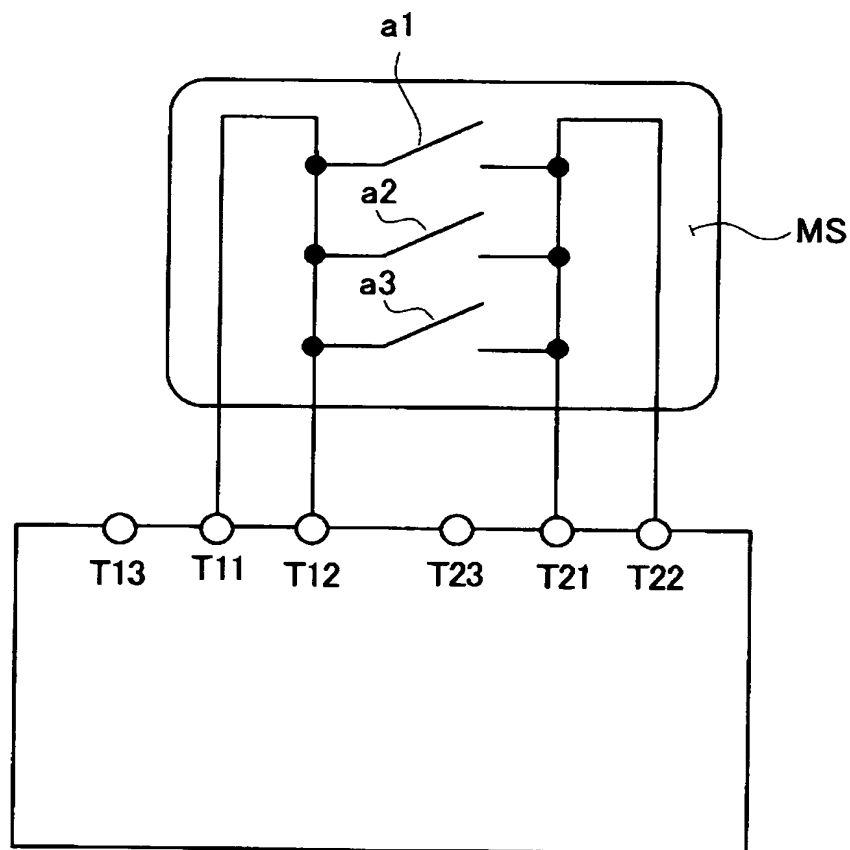
非常停止スイッチの端子台結線方法を示す配線図

【図 13】



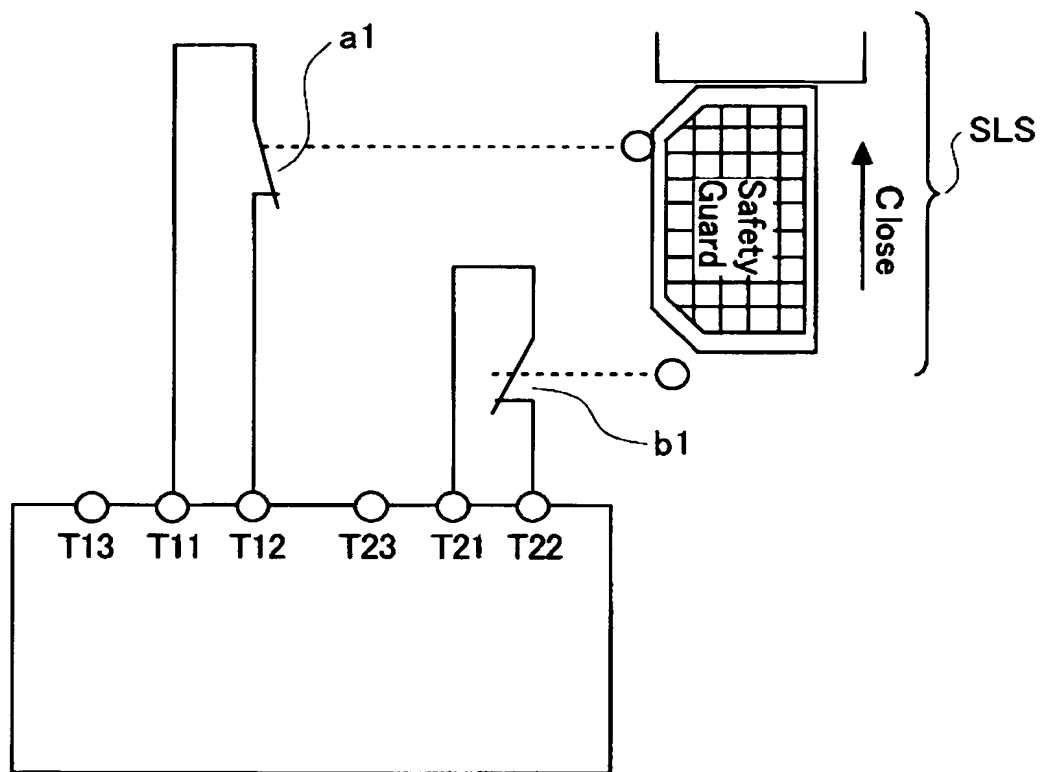
両手操作スイッチの端子台結線方法を示す配線図

【図 14】



マットスイッチの端子台結線方法を示す配線図

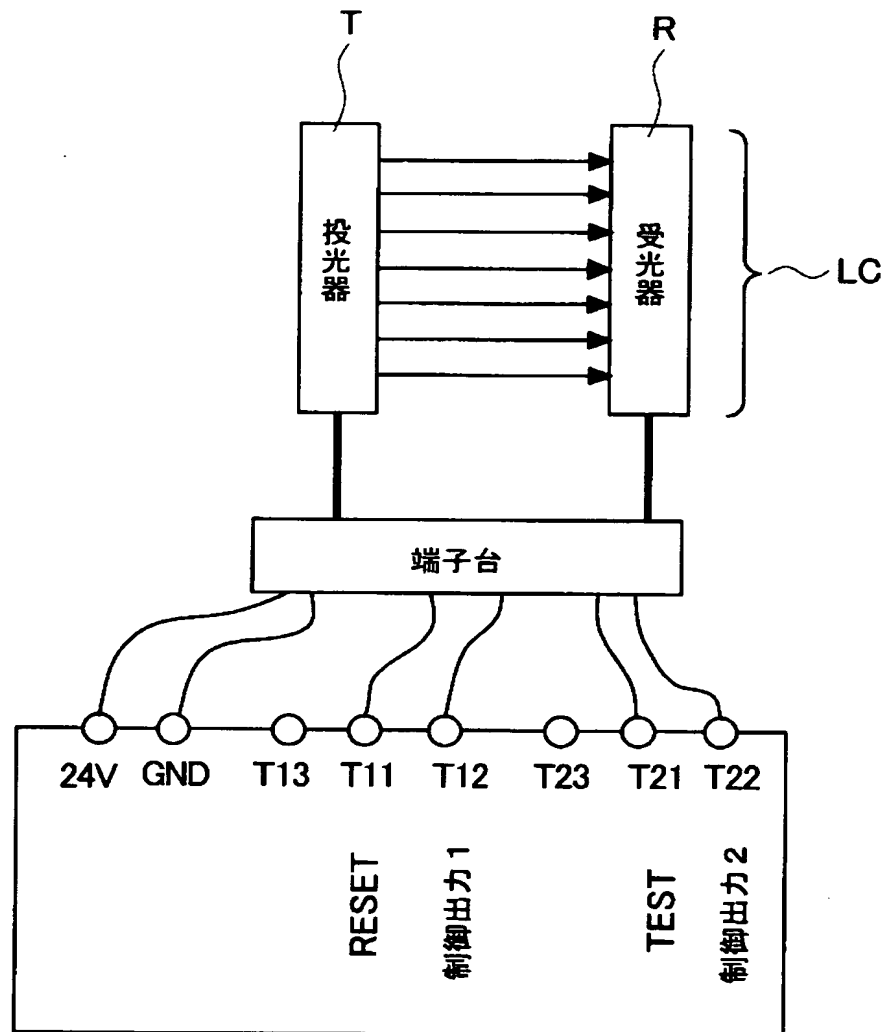
【図 15】



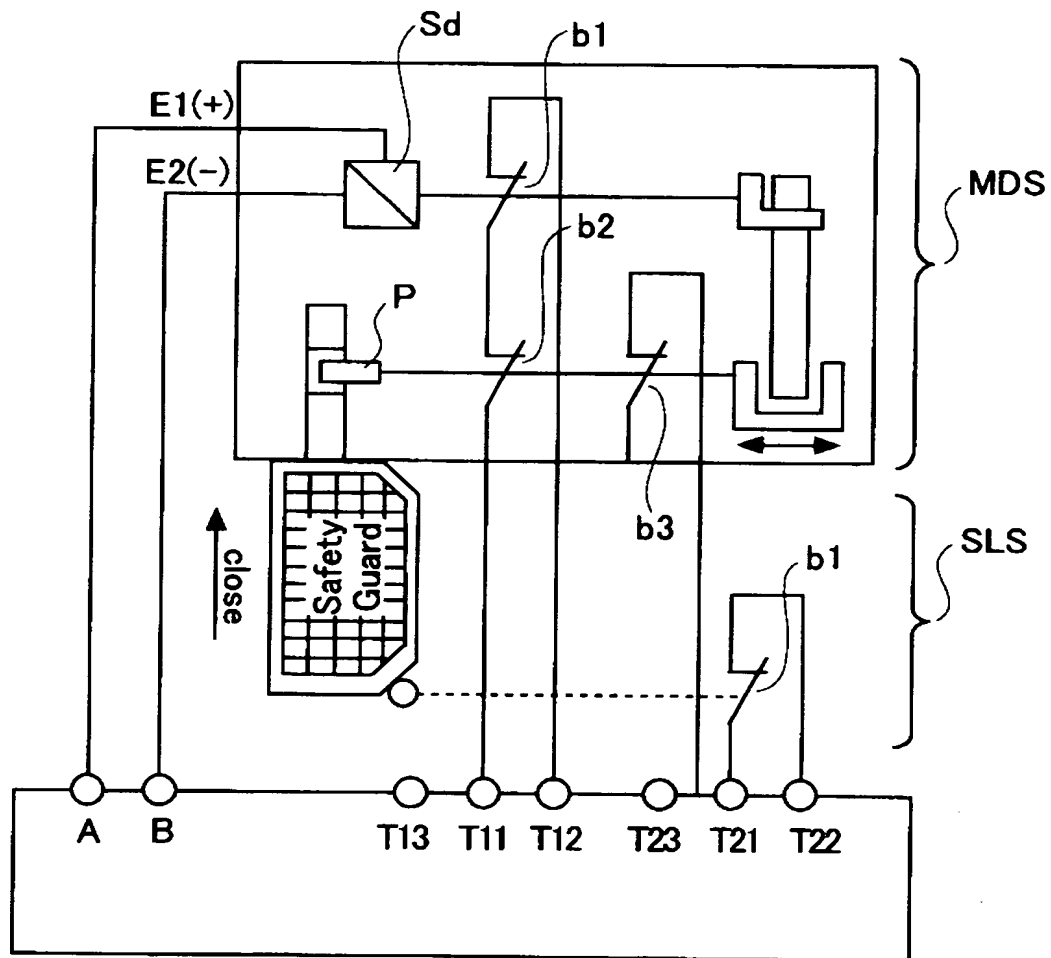
セーフティリミットスイッチの端子台結線方法を示す配線図



【図 16】

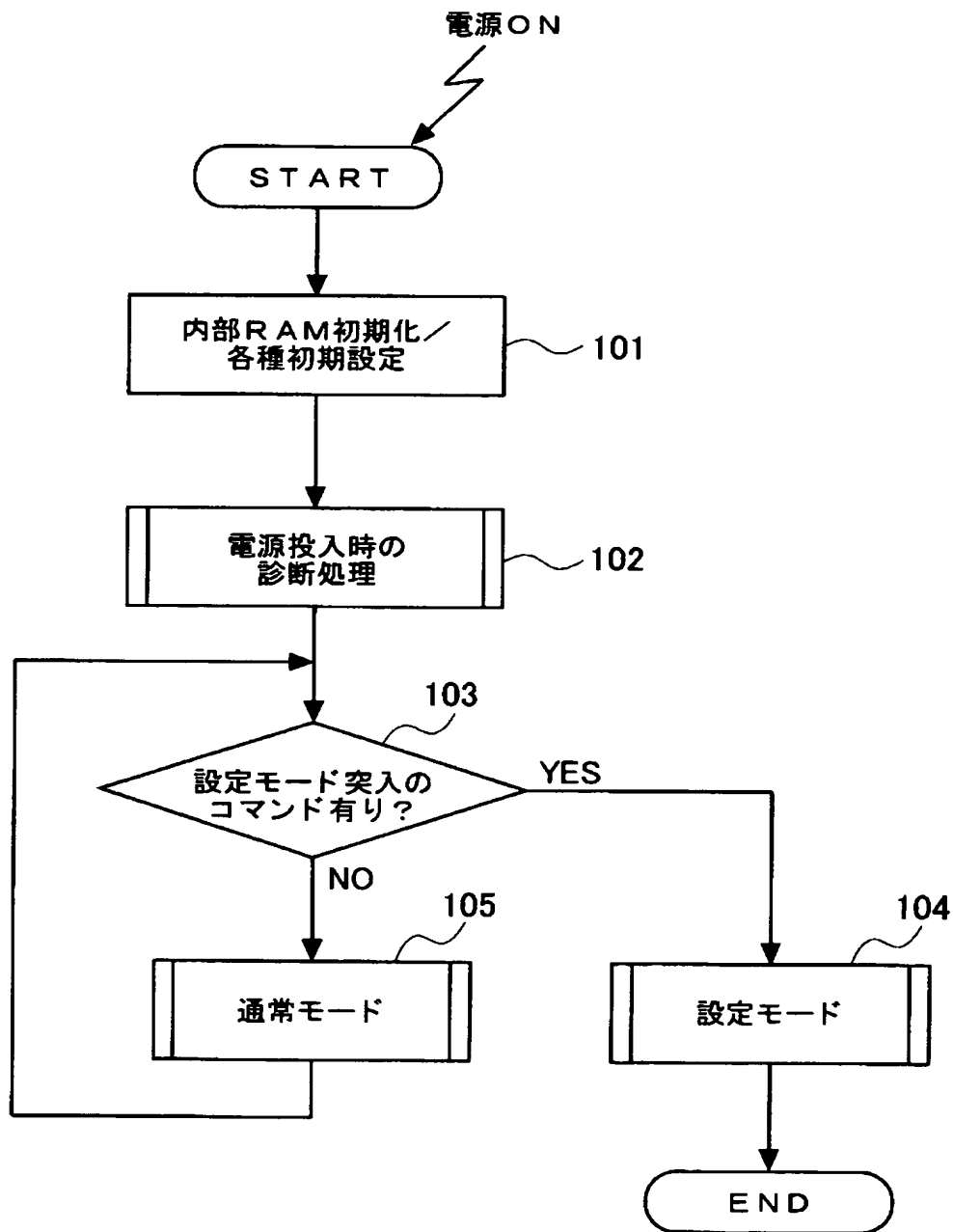
ライトカーテンの端子台結線方法を示す配線図

【図 17】



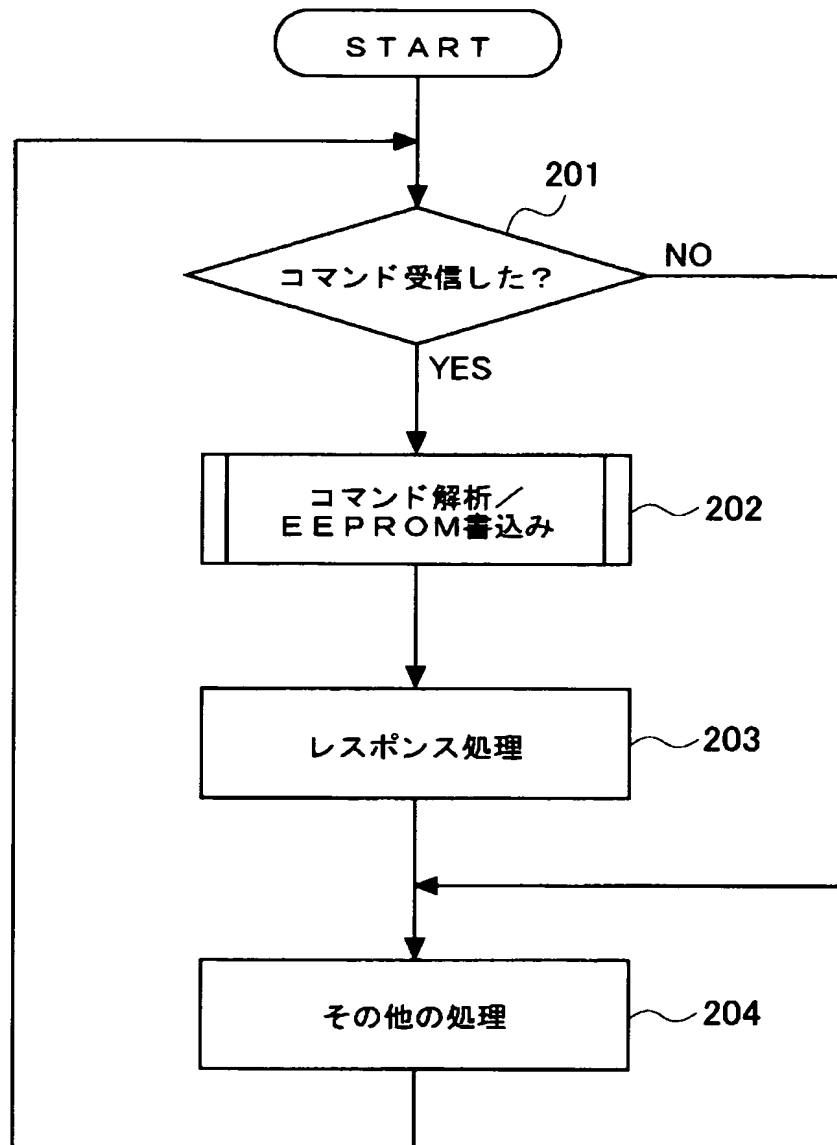
電磁ロック式セーフティドアスイッチと  
セーフティリミットスイッチの端子台結線方法を示す配線図

【図18】



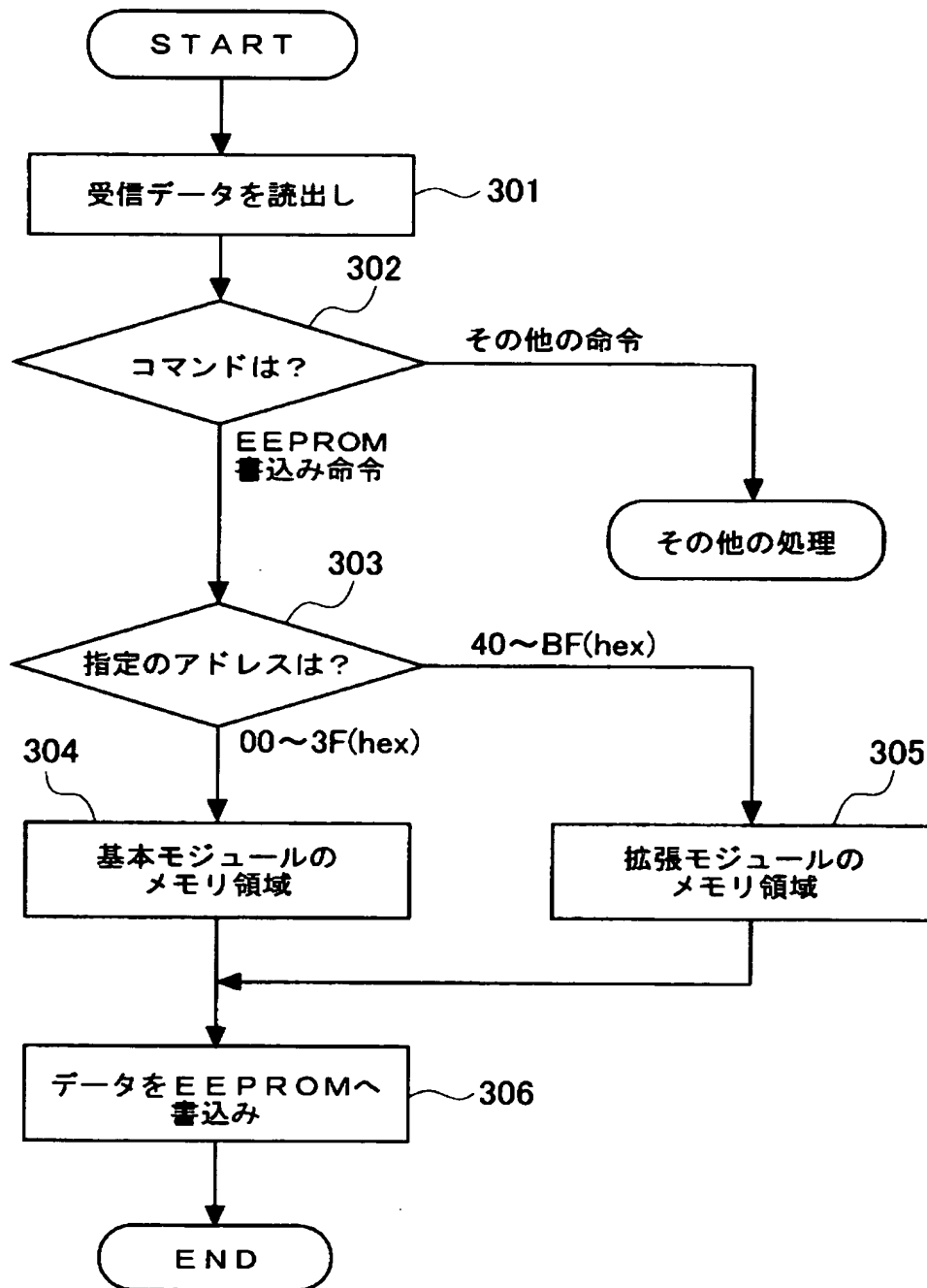
第1, 第2CPUで実行される  
制御プログラムの全体を概略的に示すフローチャート

【図 19】



設定モードにて実行される  
制御プログラムの全体を示すフローチャート

【図 20】



コマンド解析／EEPROM  
書込み処理の詳細を示すフローチャート

【図 2 1】

種別	Address	Bytes	Data	Value range
共通仕様設定 基本モジュール設定	0	2	CRC	0~FFFFh
	2	30	デイレートタイムテーブル	0~300
	20	1	(reserve)	
	21	1	デイレートモード	0:オフデイレート 1:オンデイレート
	22	2	デイレート時間	0~300
	24	1	メインモジュール：動作モード	0:2NC(非常停止スイッチなど) 1:1NC+1NO 2:2ハンドスイッチ 3:マツトスイッチ 4:ライトカーテン
	25	1	(reserve)	
	26	30	デジタルフィルタ値	1~255
	30	1	安全入力系統間の時間差の許容値	0:無限、1~255
	31	1	マニピュレリセットオン最大時間	0:無限、1~255
	32	8	形式データ	
	3A	2	(reserve)	
	3C	4	ハードウェアバージョン	0.00~99.99
拡張モジュール設定	40	16	接続モジュール1	
	50	16	接続モジュール2	
	60	16	接続モジュール3	
	70	16	接続モジュール4	
	80	16	接続モジュール5	
	90	16	接続モジュール6	
	A0	16	接続モジュール7	
	B0	16	接続モジュール8	

EEPROM内のデータ配置の全体を表にして示す図

【図 2 2】

種別	Address	Bytes	Data	Value range
拡張入力モジュール	0	1	モジュールID	00H：接続なし 11H：入力モジュール 12H：特定スイッチ用の入力モジュール1 13H：特定スイッチ用の入力モジュール2 14H：特定スイッチ用の入力モジュール3
	1	1	動作モード	0：非常停止 1：非常停止＋入力1反転 2：2ハンド 3：マツト 4：ライトカーテン
	2	1	安全入力系統間の時間差の許容値	0：無限、1～255
	3	1	( reserve )	
	4	2	デジタルフィルタ値	1～255
	6	1	動作モード	0：非常停止 1：非常停止＋入力1反転 2：2ハンド 3：マツト 4：ライトカーテン
	7	1	安全入力系統間の時間差の許容値	0：無限、1～255
	8	1	( reserve )	
	9	2	デジタルフィルタ値	1～255
	B	1	( reserve )	
	C	4	ハードウェアバージョン	0.00～99.99

EEPROM内の拡張入力モジュール用のデータ配置を表にして示す図

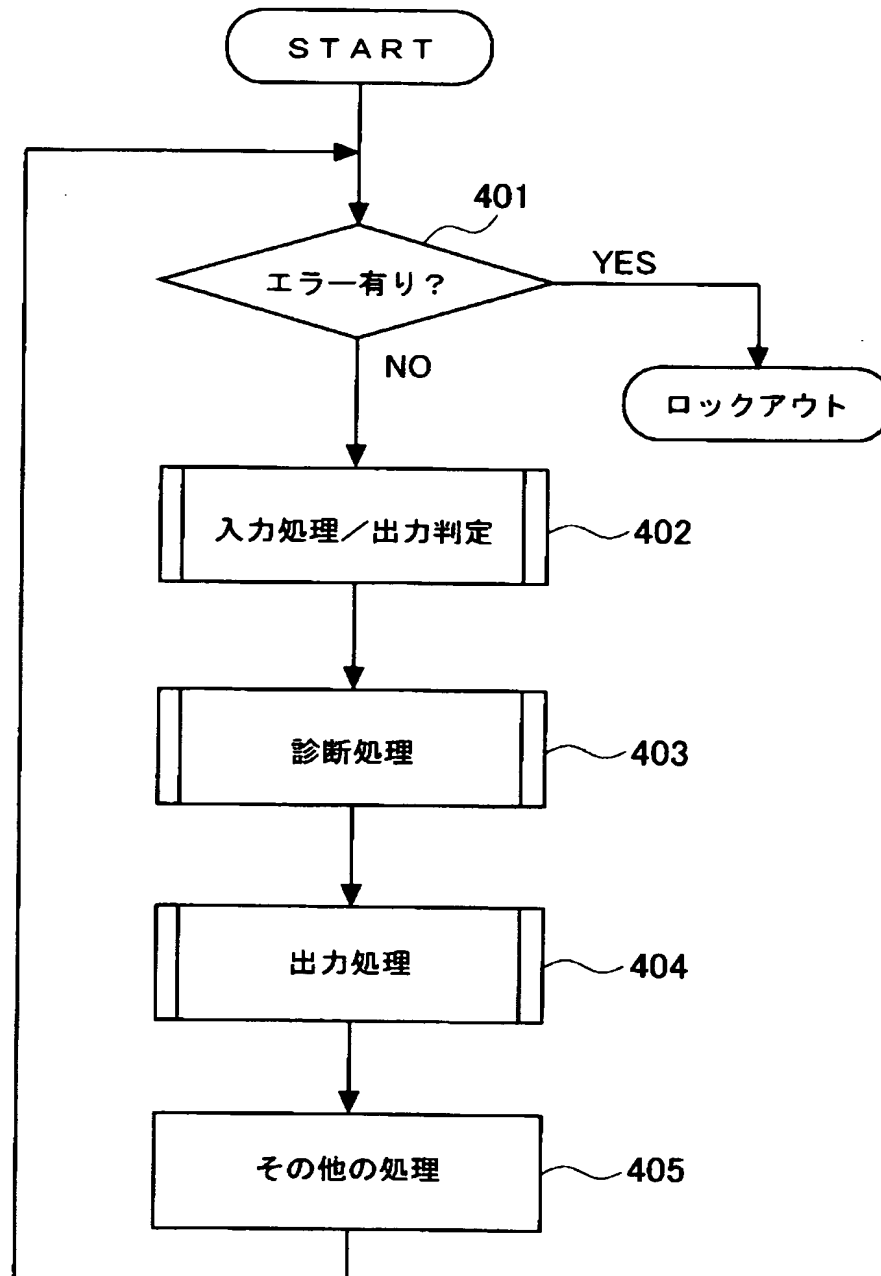
【図 2 3】

種別	Address	Bytes	Data	Value range
拡張出力 モジュール	0	1	モジュールID	00H : 接続なし 01H : AC半導体出力モジュール 02H : リレー出力モジュール . .
	1	1	デिलレーモード	0 : オフデिलレー 1 : オンデिलレー
	2	2	デिलレー時間	0~300
	4	8	(reserve)	
	C	4	ハードウェアバージョン	0.00~99.99

EEPROM内の拡張出力モジュール用のデータ配置を表にして示す図

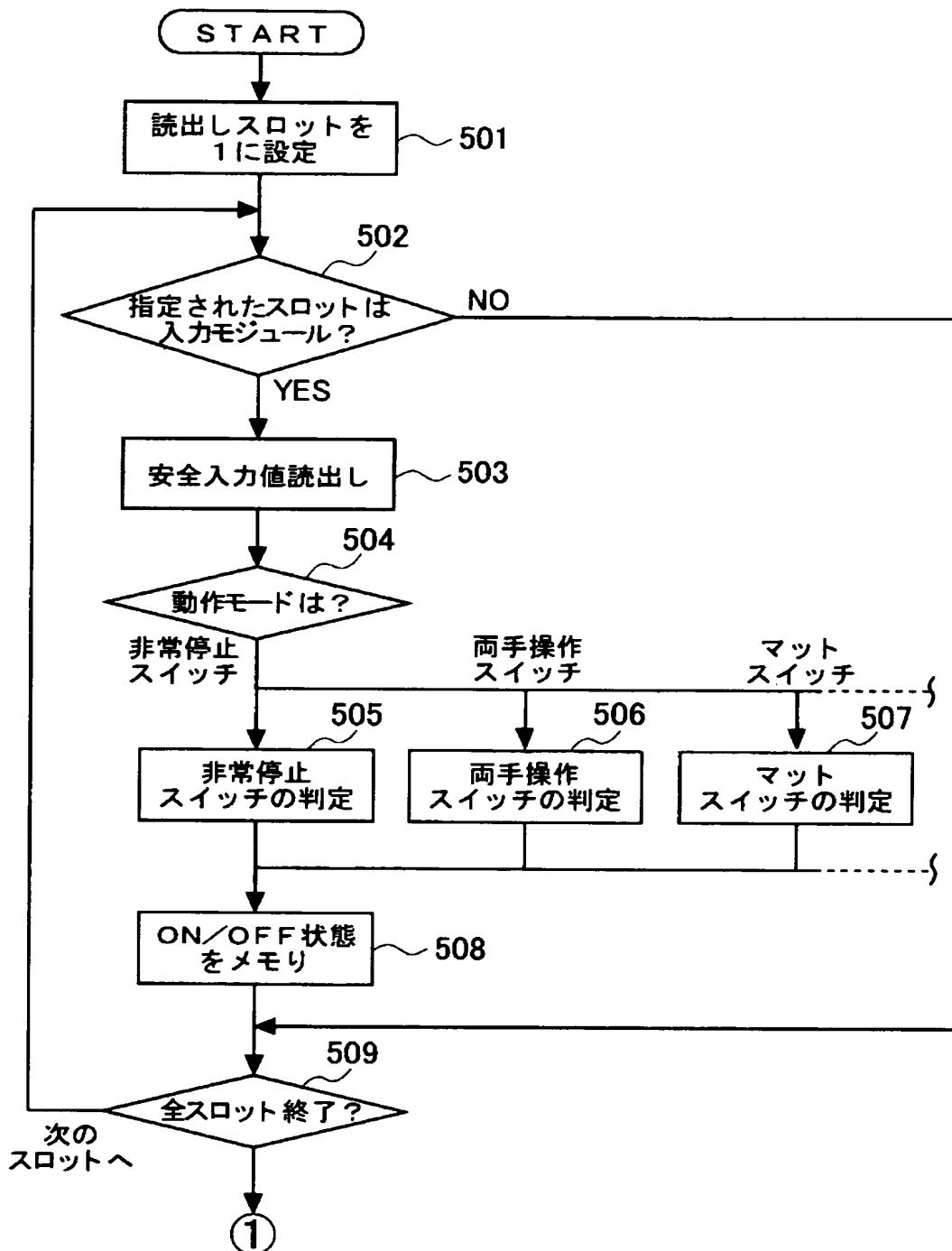


【図 24】



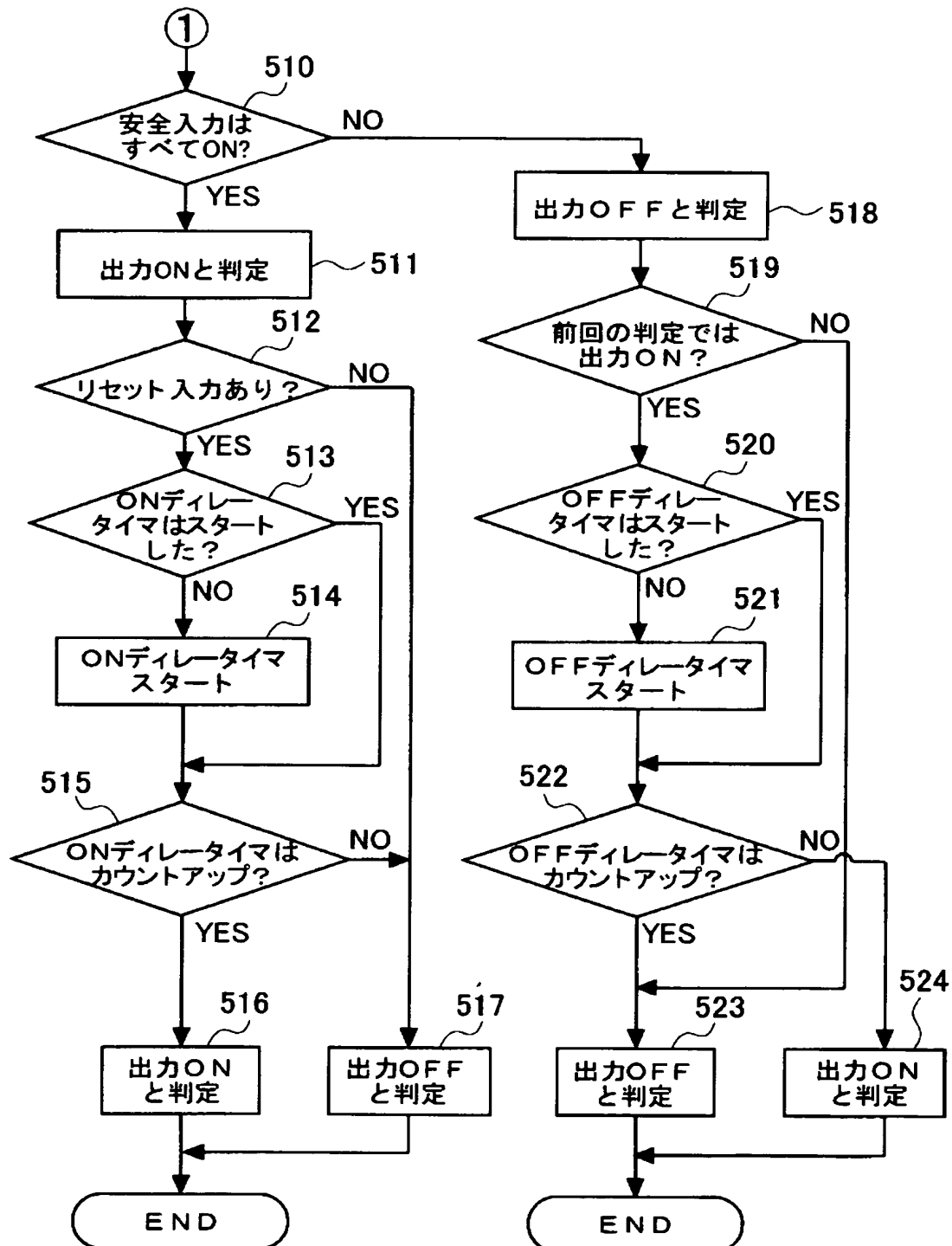
通常モードにて実行される  
制御プログラムの全体を示すフローチャート

【図 25】



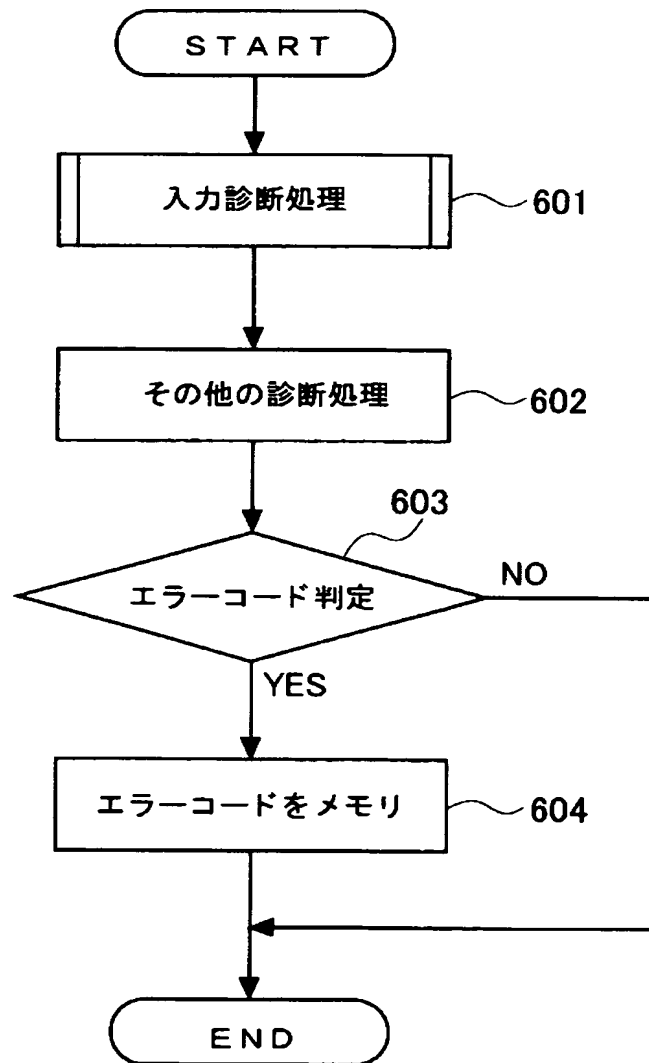
入力処理／出力判定処理  
の詳細を示すフローチャート（その1）

【図 26】

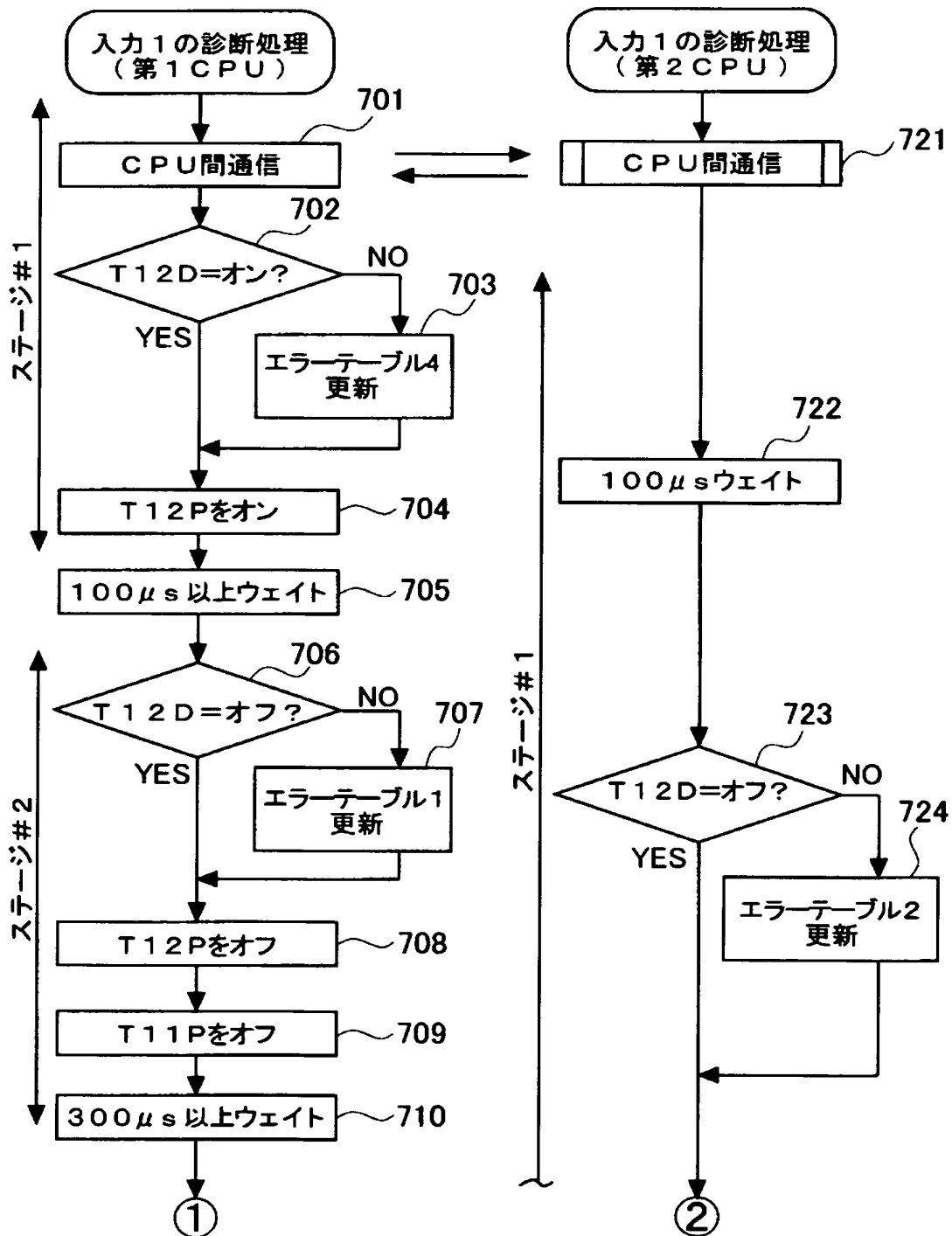


出力判定処理の詳細を示すフローチャート（その2）

【図 27】

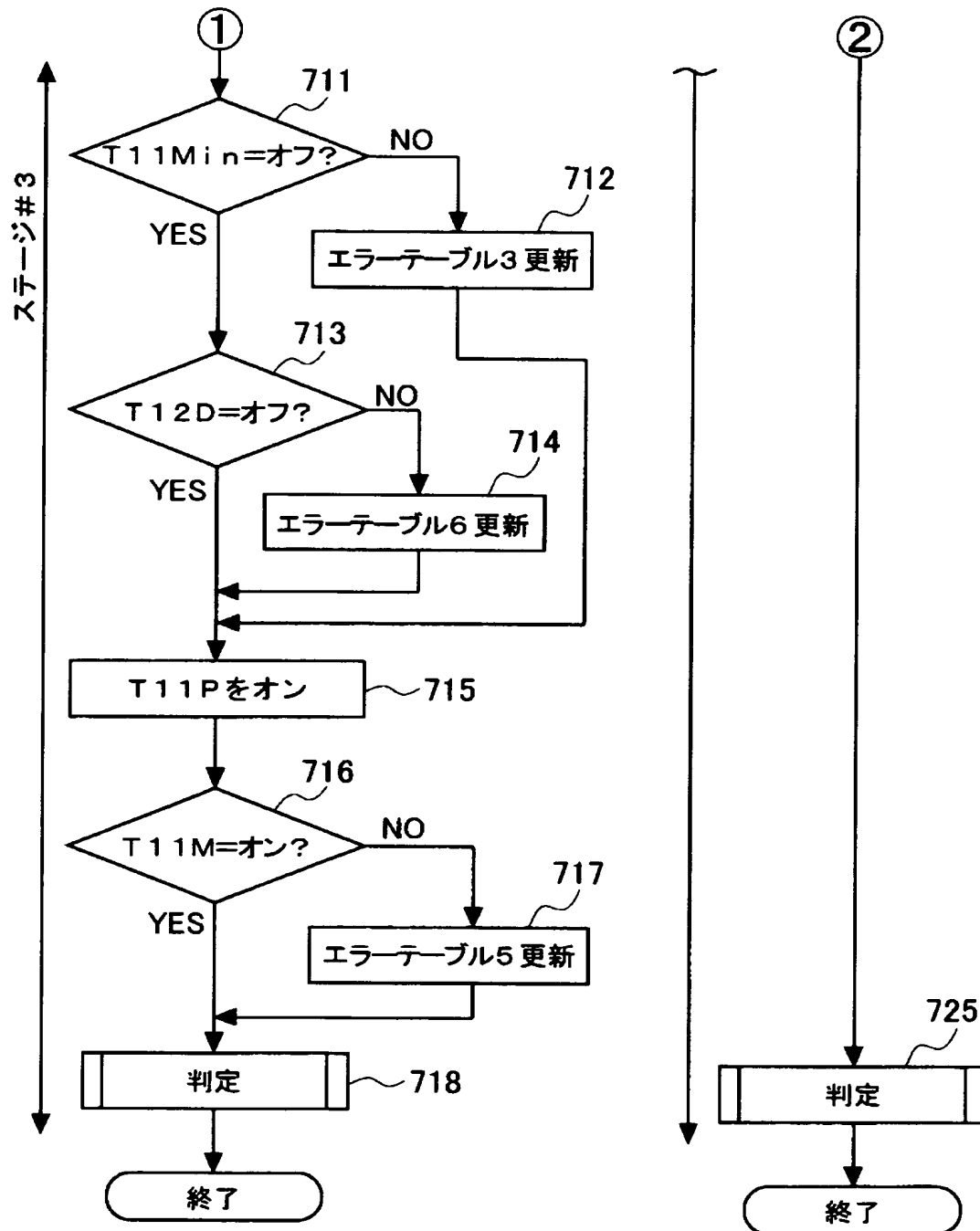
診断処理の詳細を示すフローチャート

【図 28】



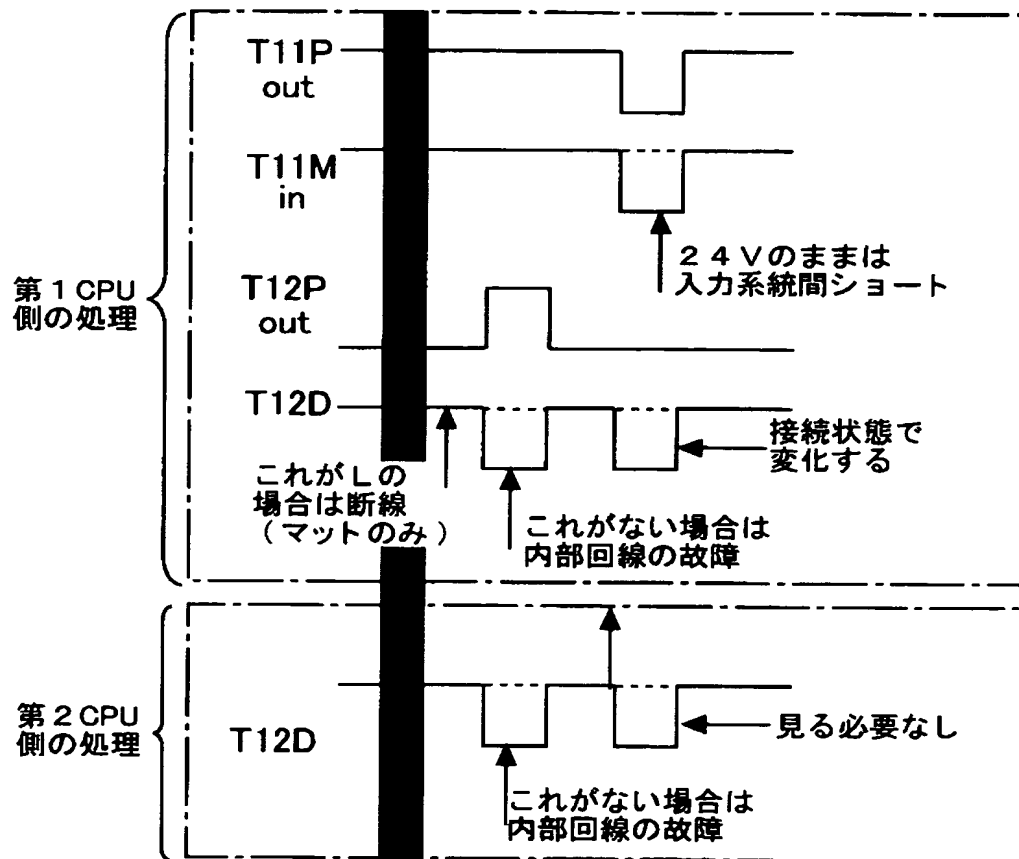
入力診断処理の詳細を示すフローチャート（その1）

【図 29】



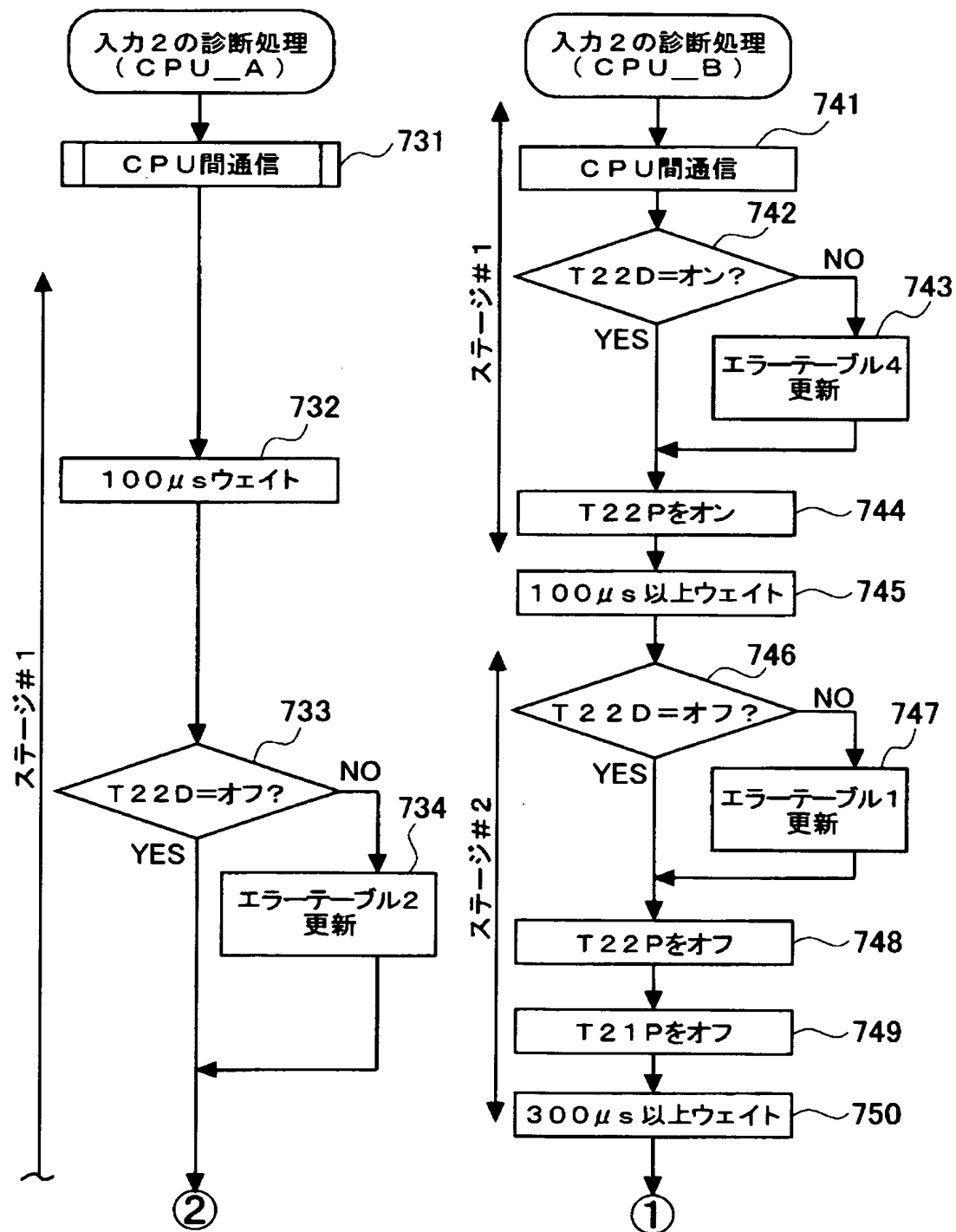
入力診断処理の詳細を示すフローチャート（その2）

【図 30】



入力回路側の診断処理を示すタイムチャート

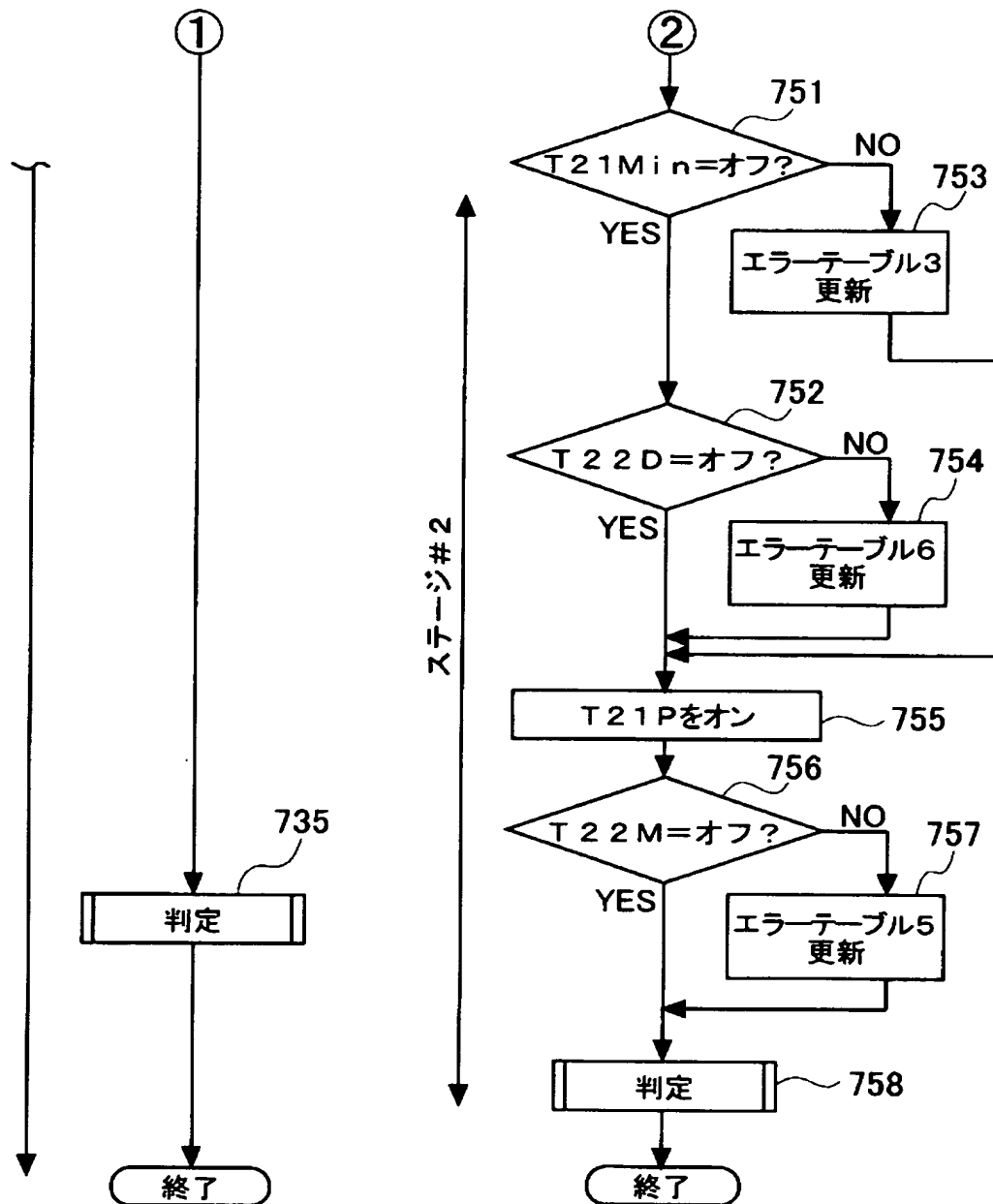
【図 31】



入力診断処理の詳細を示すフローチャート（その3）

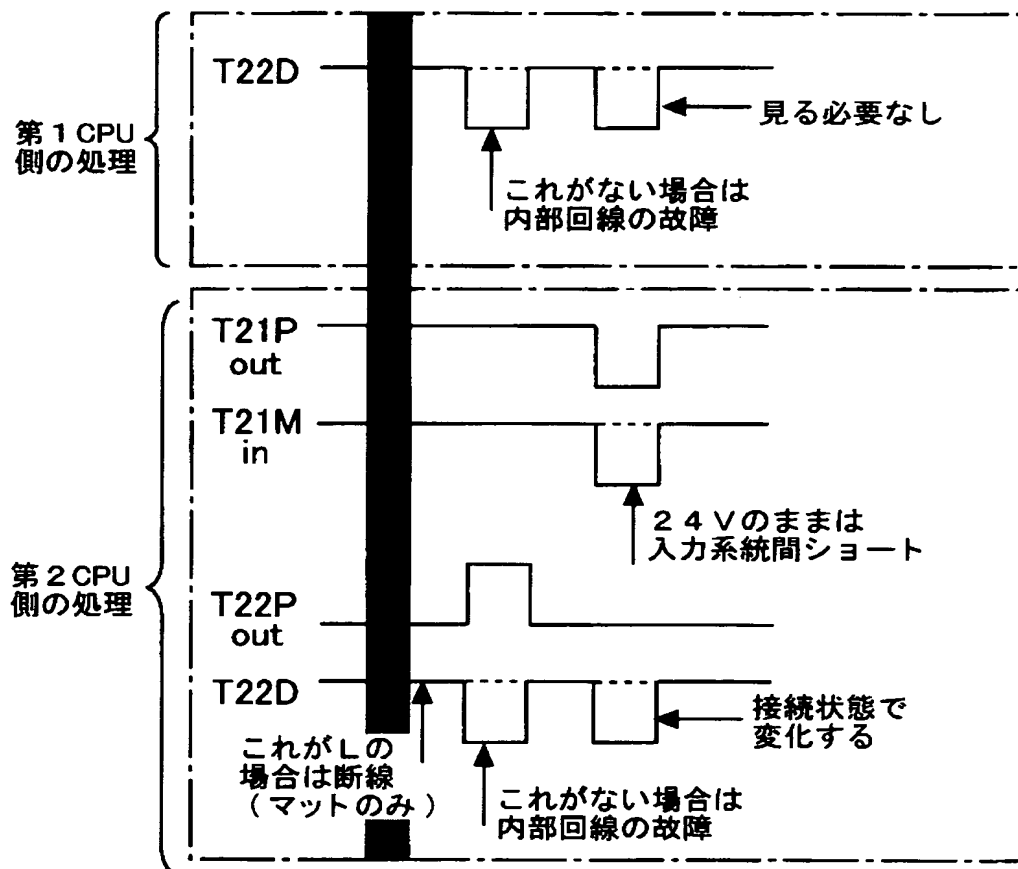


【図 32】



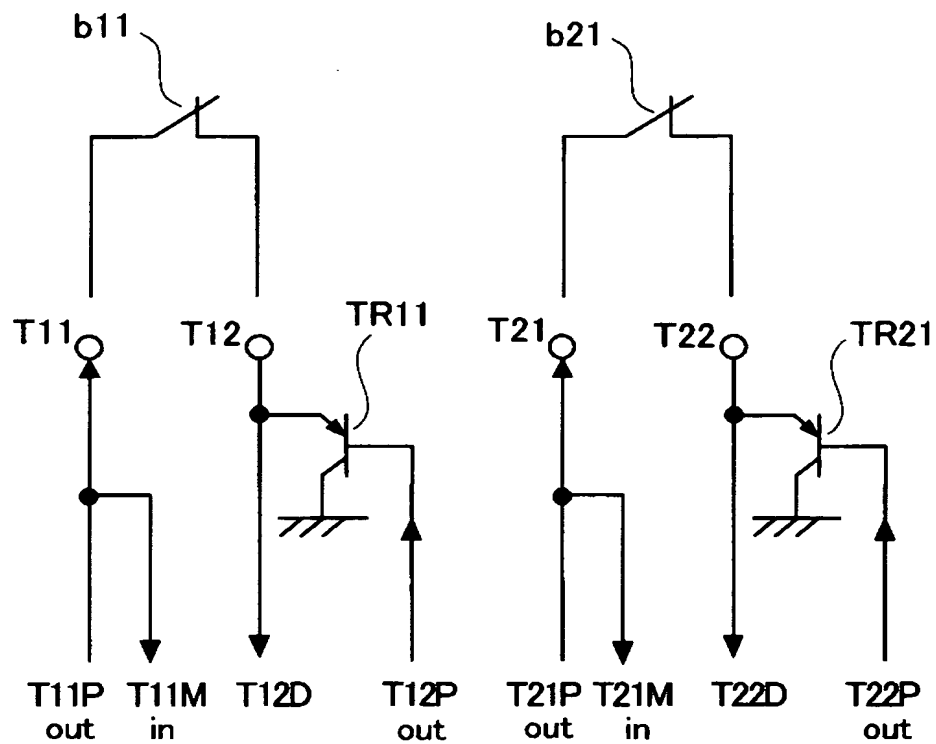
入力診断処理の詳細を示すフローチャート（その4）

【図 33】



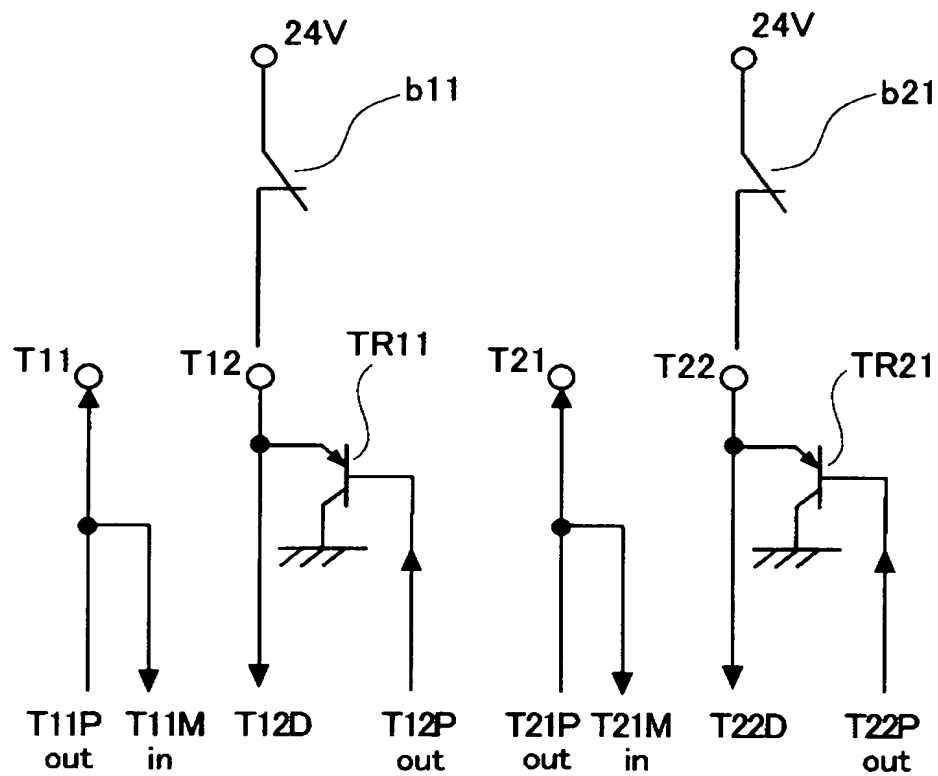
第2入力回路側の診断処理を示すタイムチャート

【図 34】



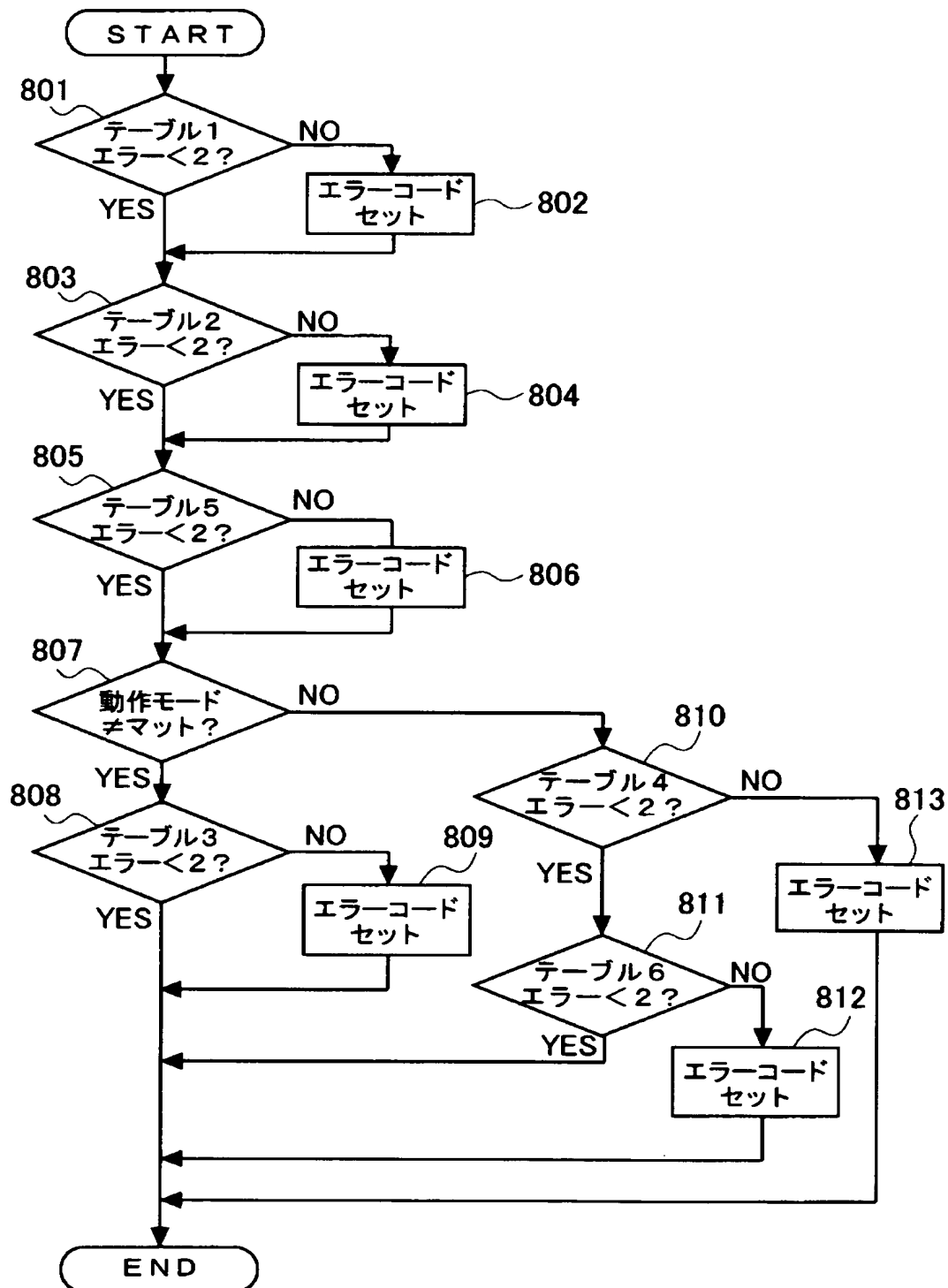
入力端子台側のハードウェア構成と  
セーフティスイッチの結線例を示す図（無電圧接点对应）

【図 35】



入力端子台のハードウェア構成と  
セーフティスイッチの結線例を示す図（有電圧接点对応）

【図 36】

判定処理の詳細を示すフローチャート

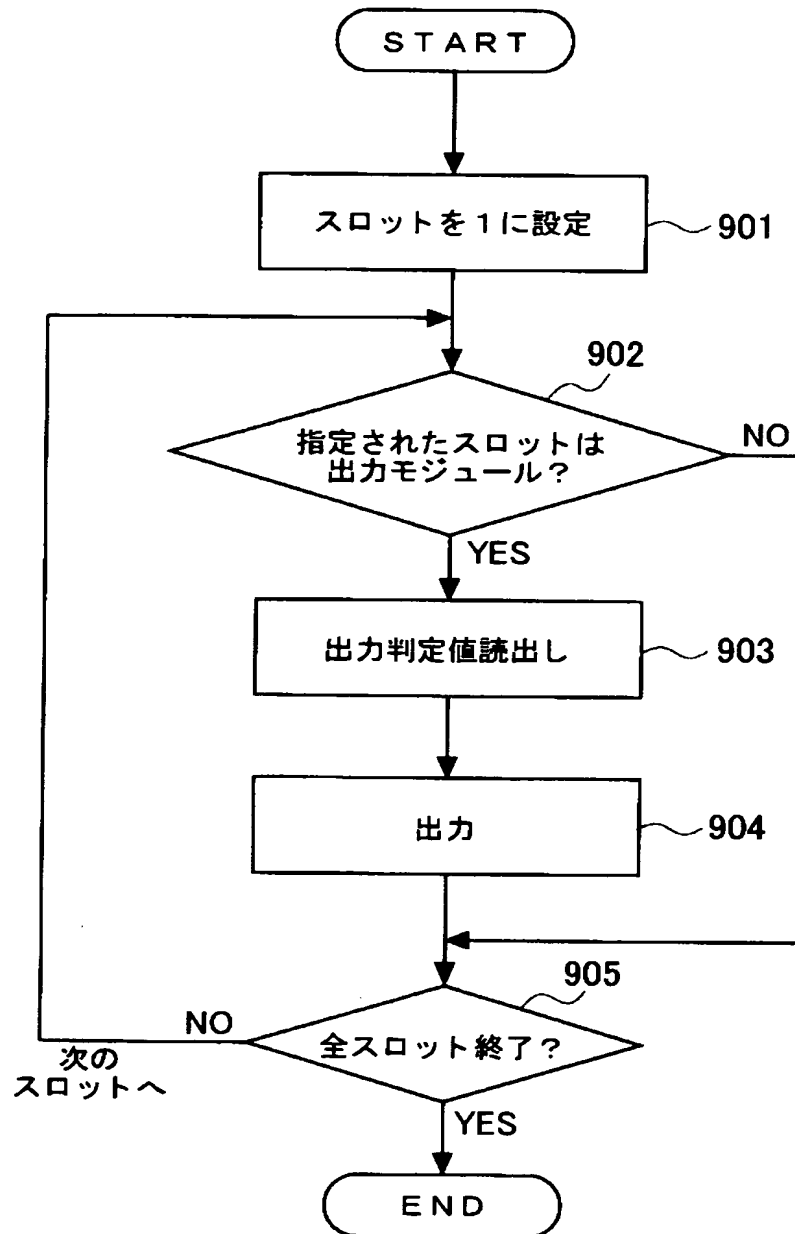
【図 3 7】

入力	モード 1byte	診断結果				基準 1byte	備考
		テーブル1 自入力部 故障 2bytes	テーブル2 他入力部 故障 2bytes	テーブル3 安全入力間 シヨート 2bytes	テーブル 4, 6 断線 2bytes	テーブル5 モニタ回路 故障 2bytes	
基本	0	-1	-1	-1	1	-1	2
拡張1	2	-1	-1	-1	9	-1	2
拡張2	3	-1	-1	9	-1	-1	2
.							
.							
拡張8	-1						2

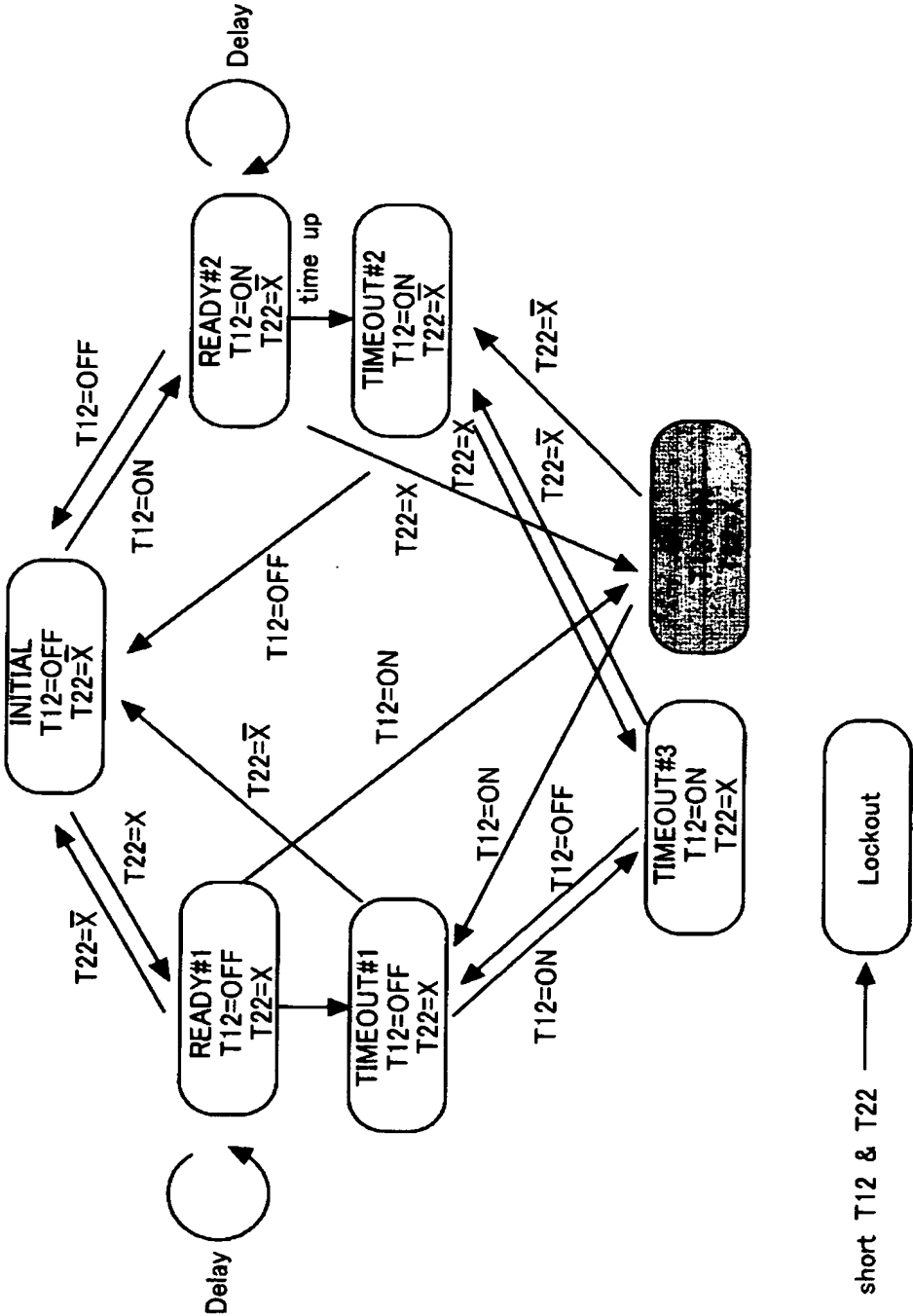
モード：EEPROMに格納されているモード      結果：0    診断未実施（システムによって定期的にクリアされる）  
0：非常停止      -1    正常終了  
1：非常停止+入力1アクティブ反転      1    異常1回目  
2：2ハント      2    異常2回目  
3：マット      .    .  
4：ライトカーテン  
-1：接続なし

入力診断用のエラーテーブルの内容を示す図

【図 38】

出力処理の詳細を示すフローチャート

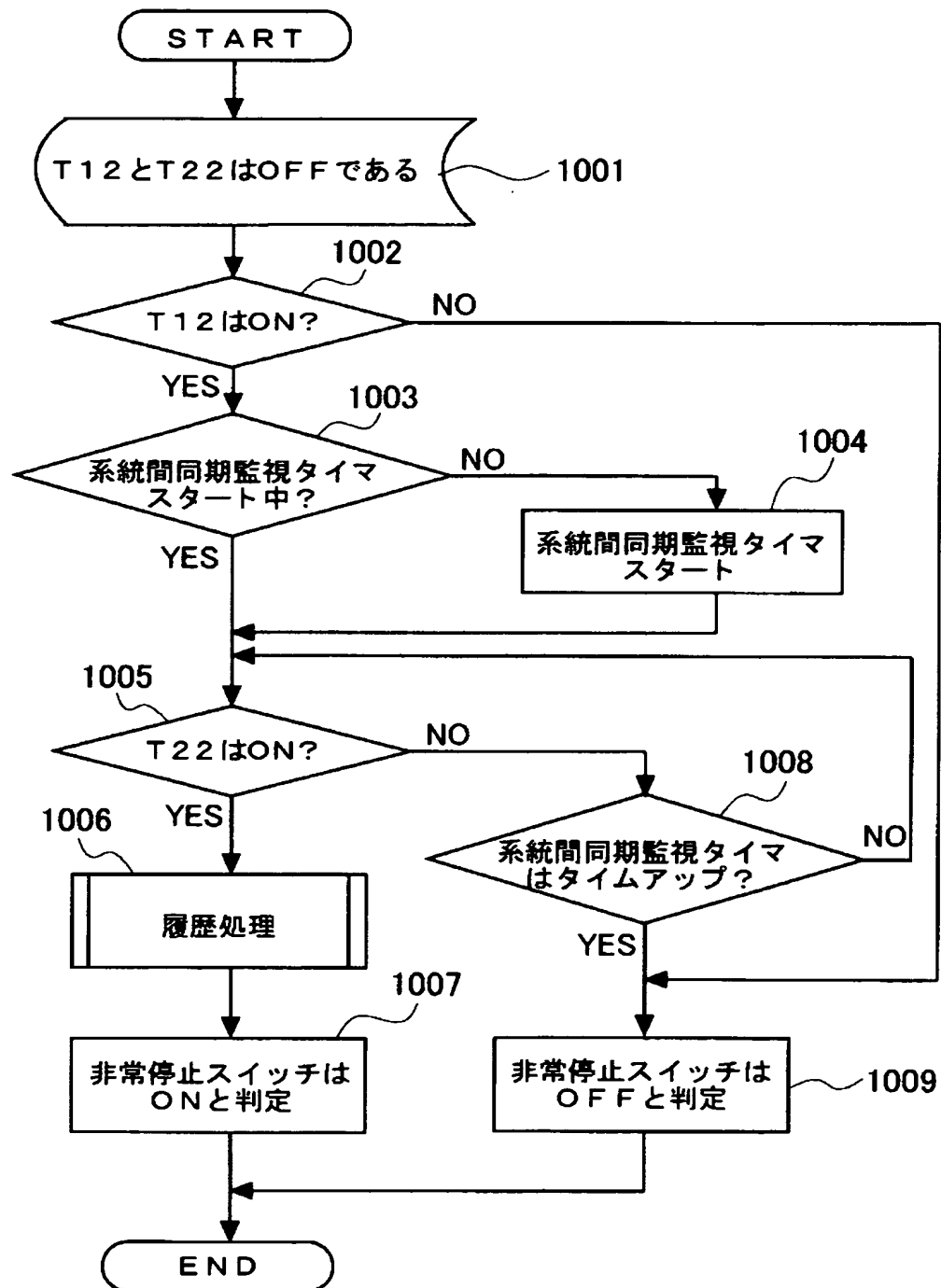
【図 39】



非常停止スイッチモードにおけるコントローラの動作を示す状態遷移図

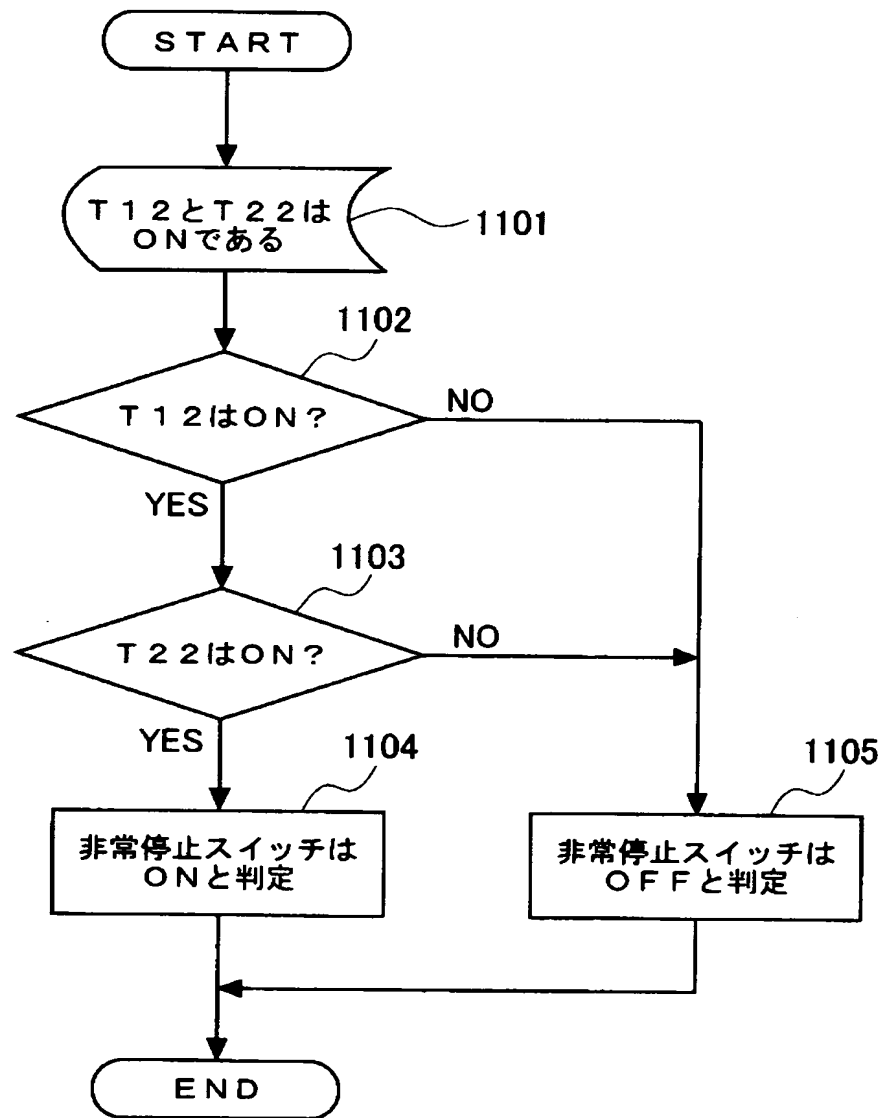


【図 40】



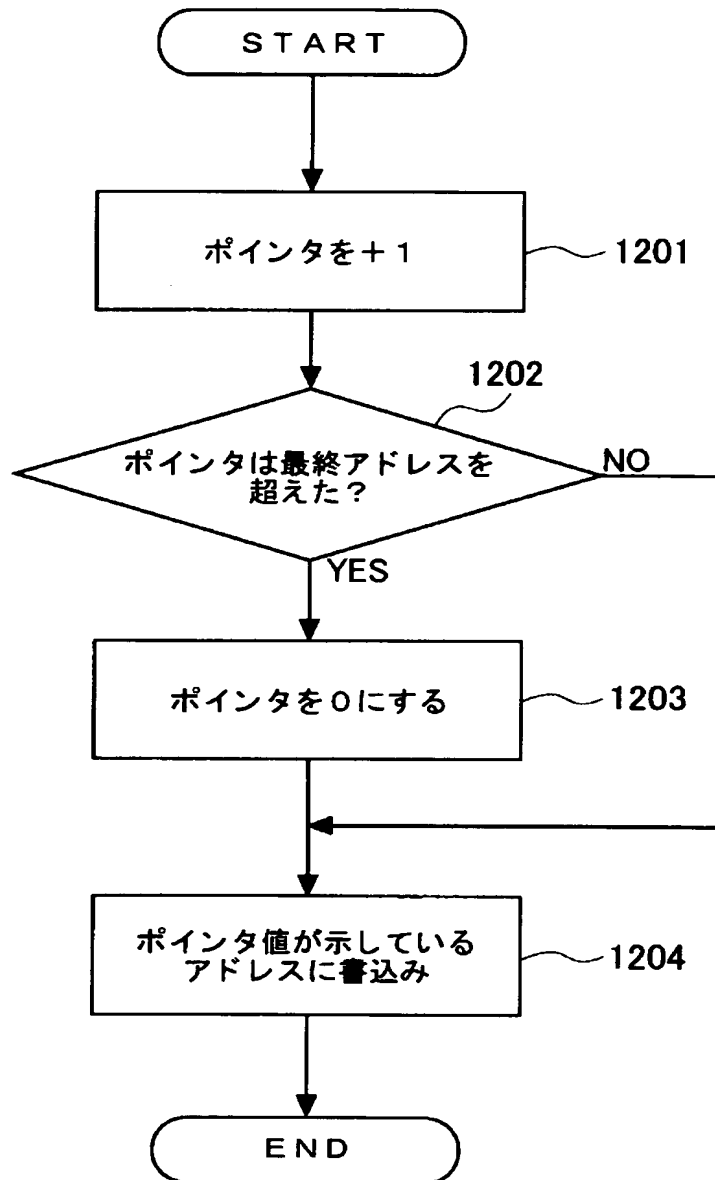
非常停止スイッチがOFFからONに切換ったことを  
判定するための処理プログラムを示すフローチャート

【図 41】




非常停止スイッチがONからOFFに切換ったことを判定するための処理プログラムを示すフローチャート

【図 4 2】

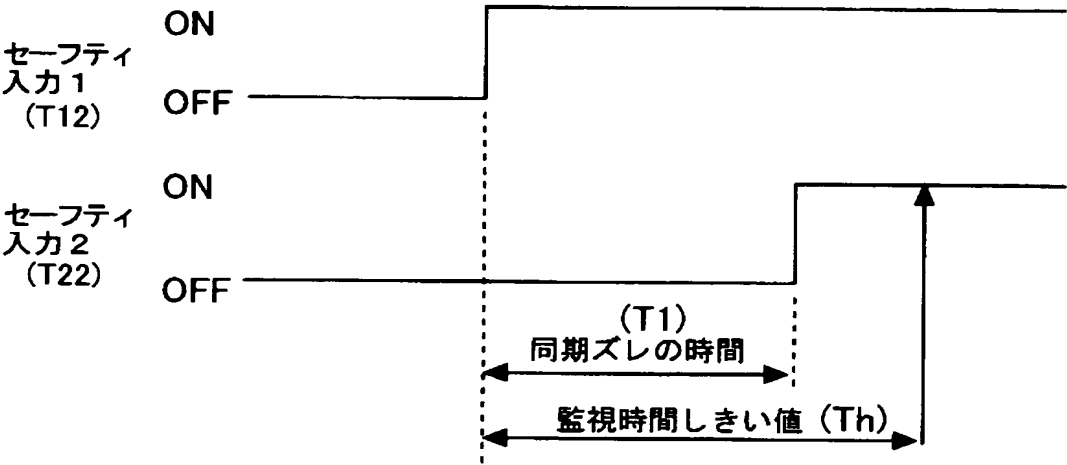
履歴生成のための処理プログラムを示すフローチャート

【図 4 3】

アドレス	安全入力の系統間の測定時間	ポインタ位置
0001	95ms	
0002	100ms	
0003	102ms	●
0004	100ms	
.	.	
.	.	
000F	98ms	



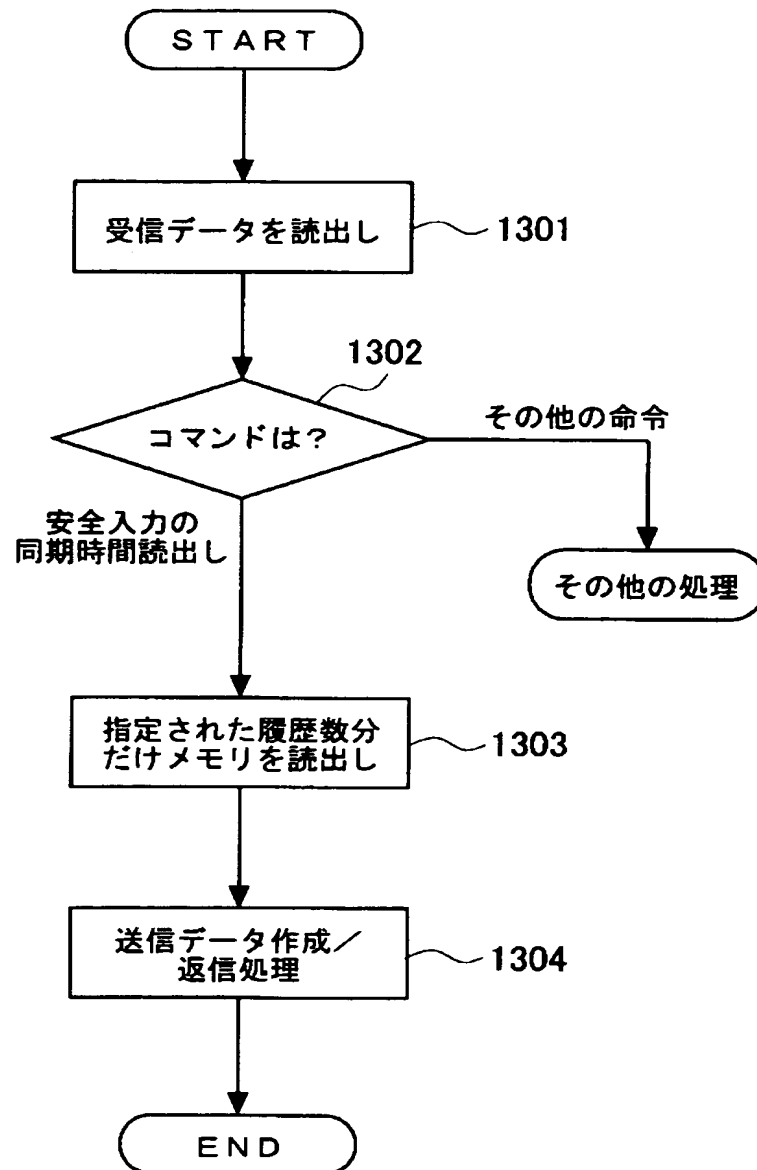
( a ) 履歴生成領域のメモリマップ



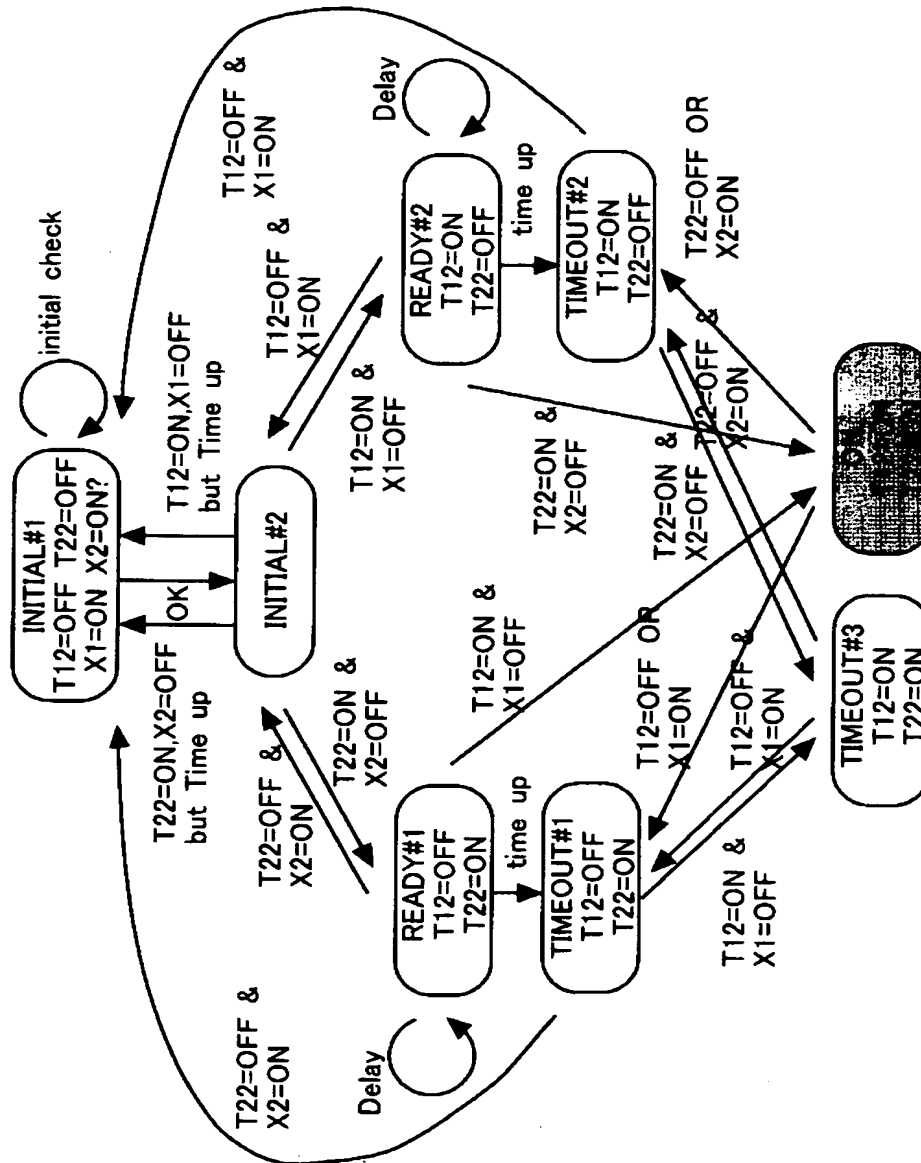
( b ) 接点溶着診断原理を説明するための波形図

セーフティスイッチ作動時を利用した接点溶着診断の説明図

【図 4 4】

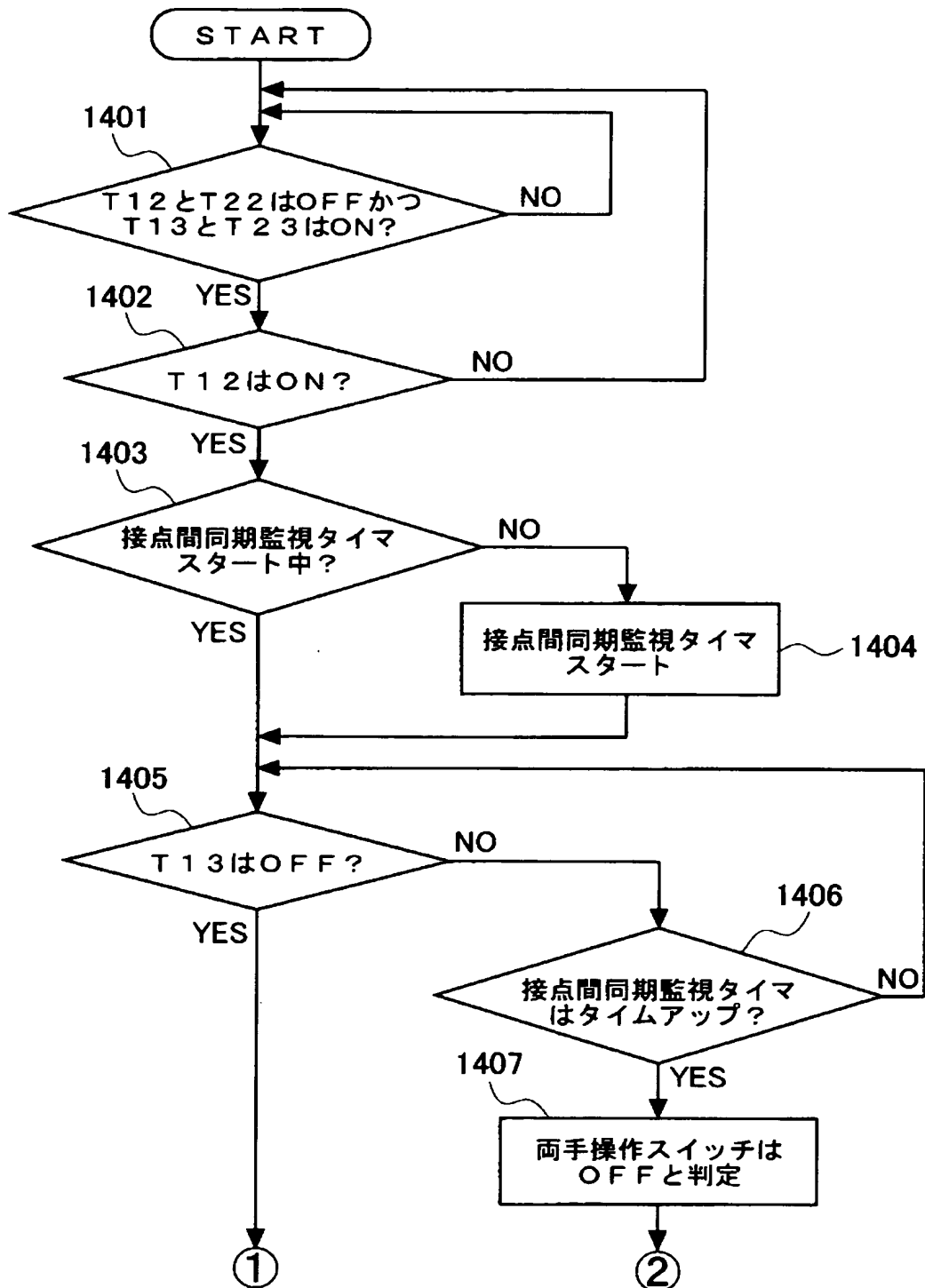
履歴読出のためのコマンド解析処理を示すフローチャート

【図 45】



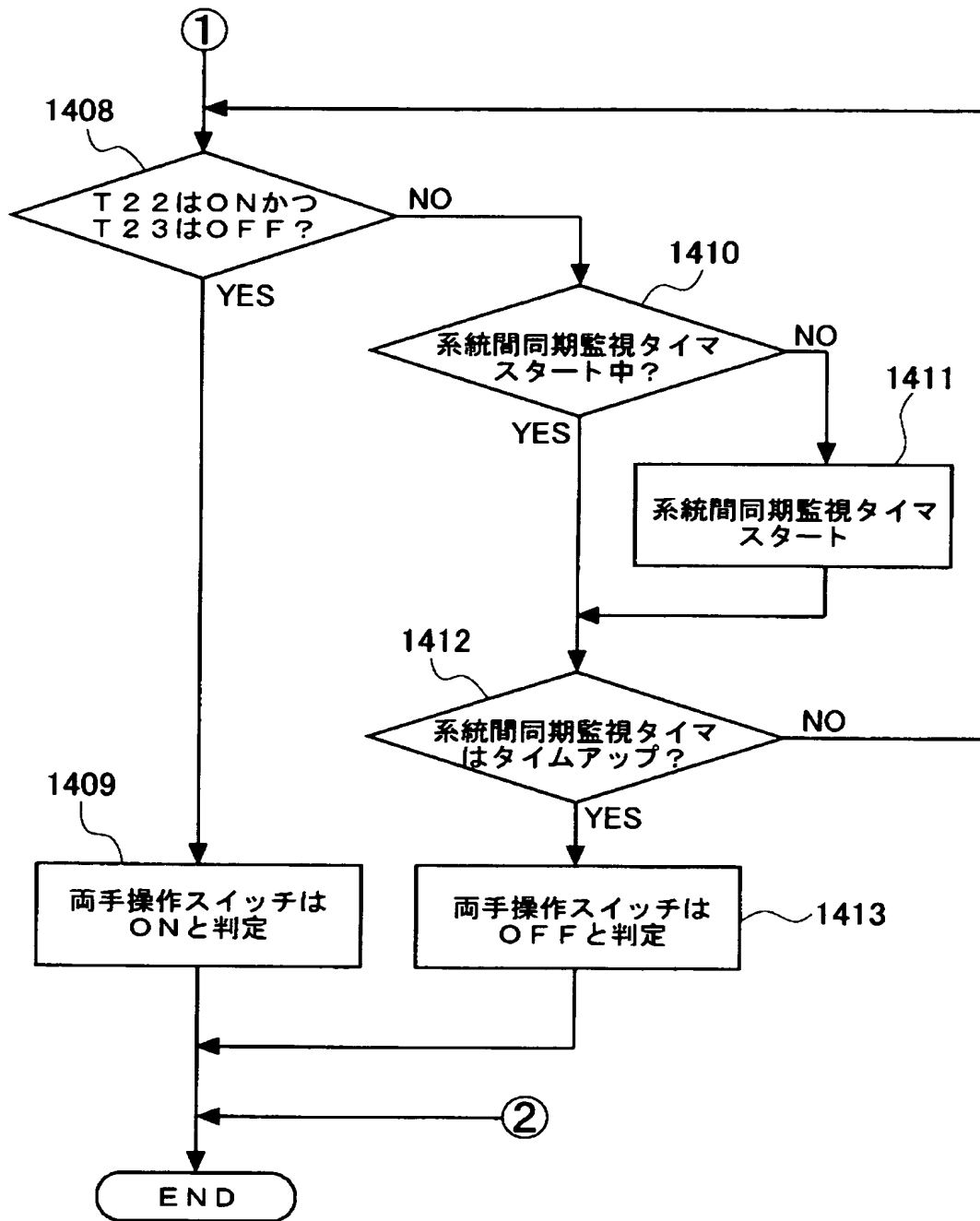
両手操作スイッチモードにおけるコントローラの動作を示す状態遷移図

【図 4 6】



両手操作スイッチがOFFからONに切換ったことを  
判定するための処理プログラムを示すフローチャート（その1）

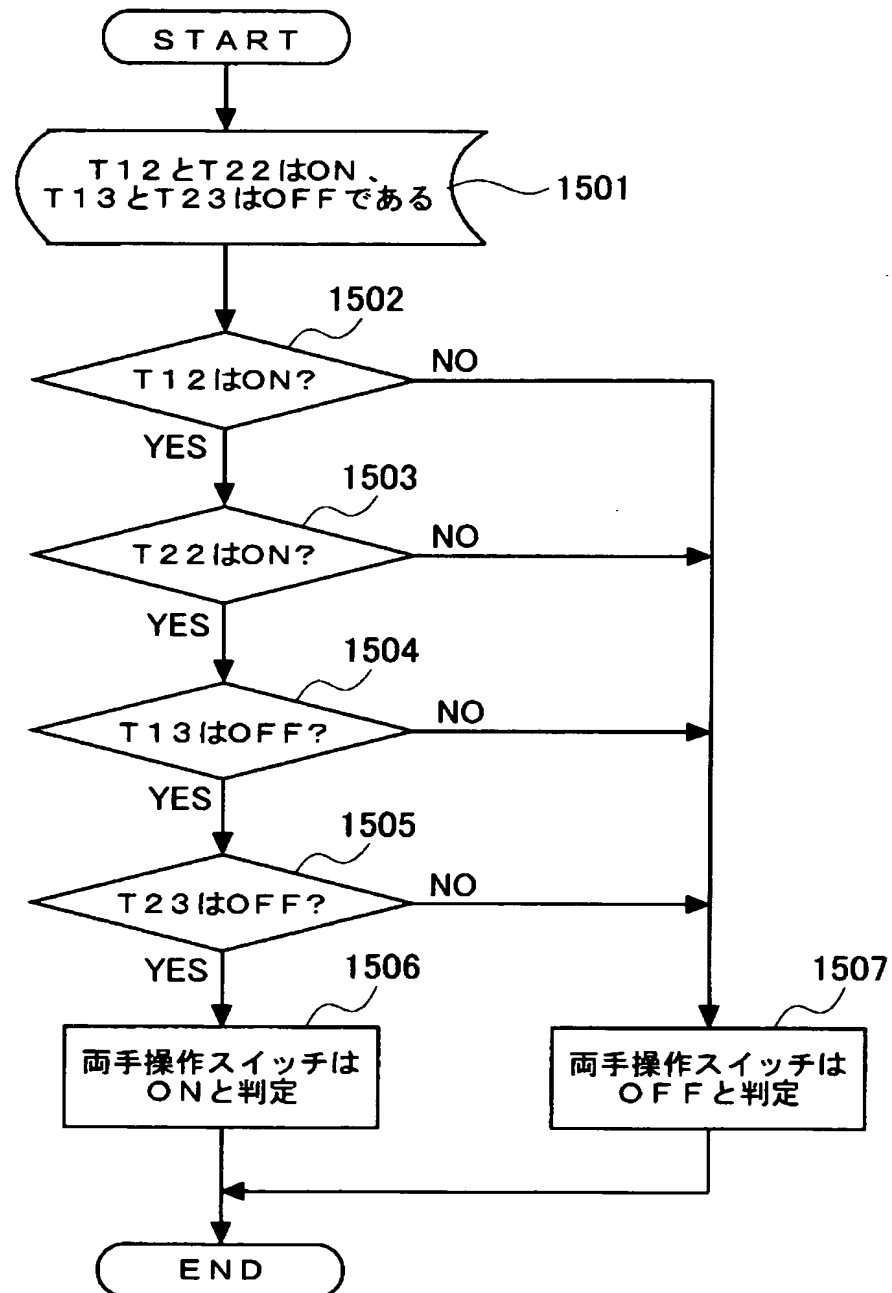
【図 47】



両手操作スイッチがOFFからONに切替ったことを  
判定するための処理プログラムを示すフローチャート（その2）

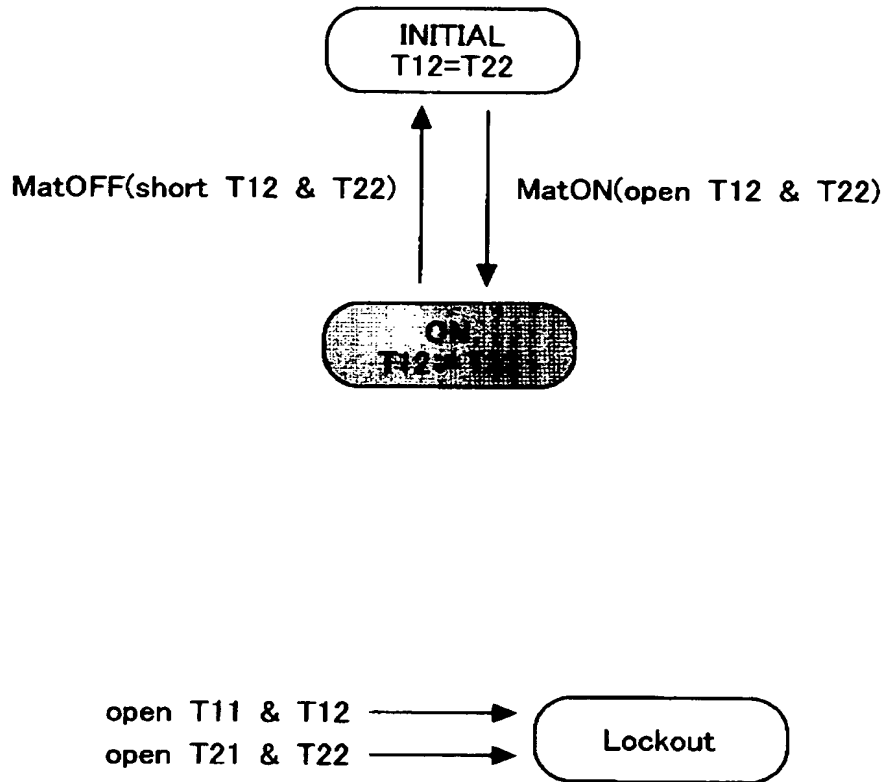


【図 48】



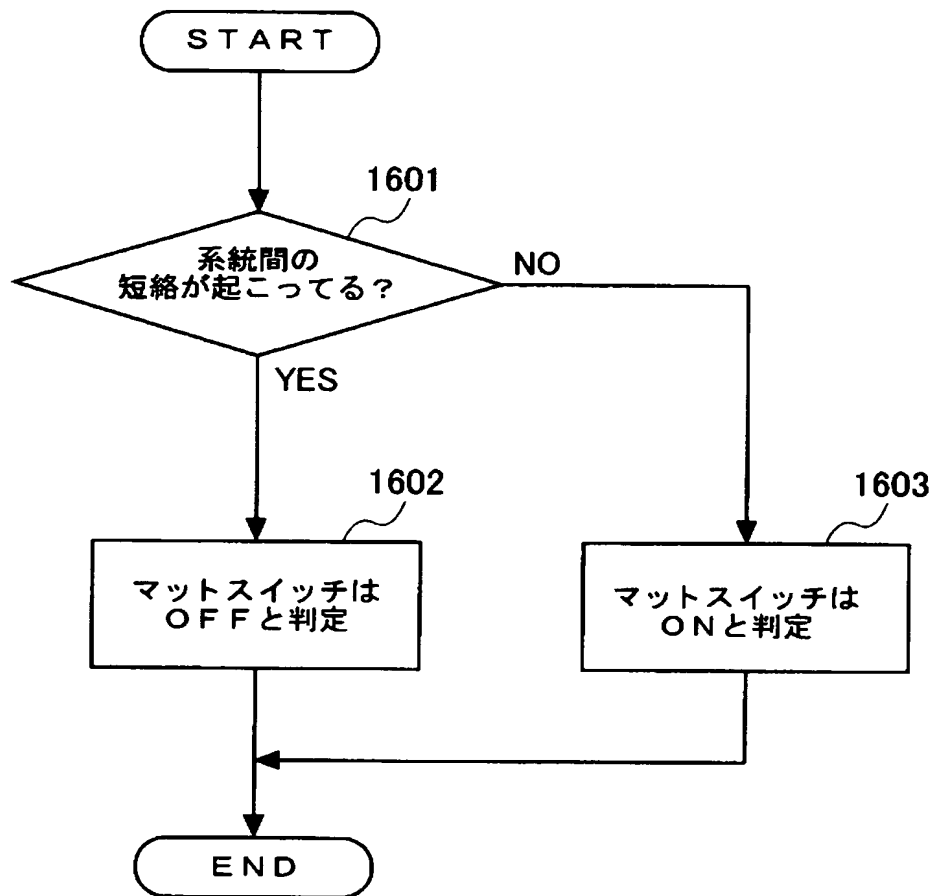
両手操作スイッチがONからOFFに切替ったことを  
判定するための処理プログラムを示すフローチャート

【図 49】



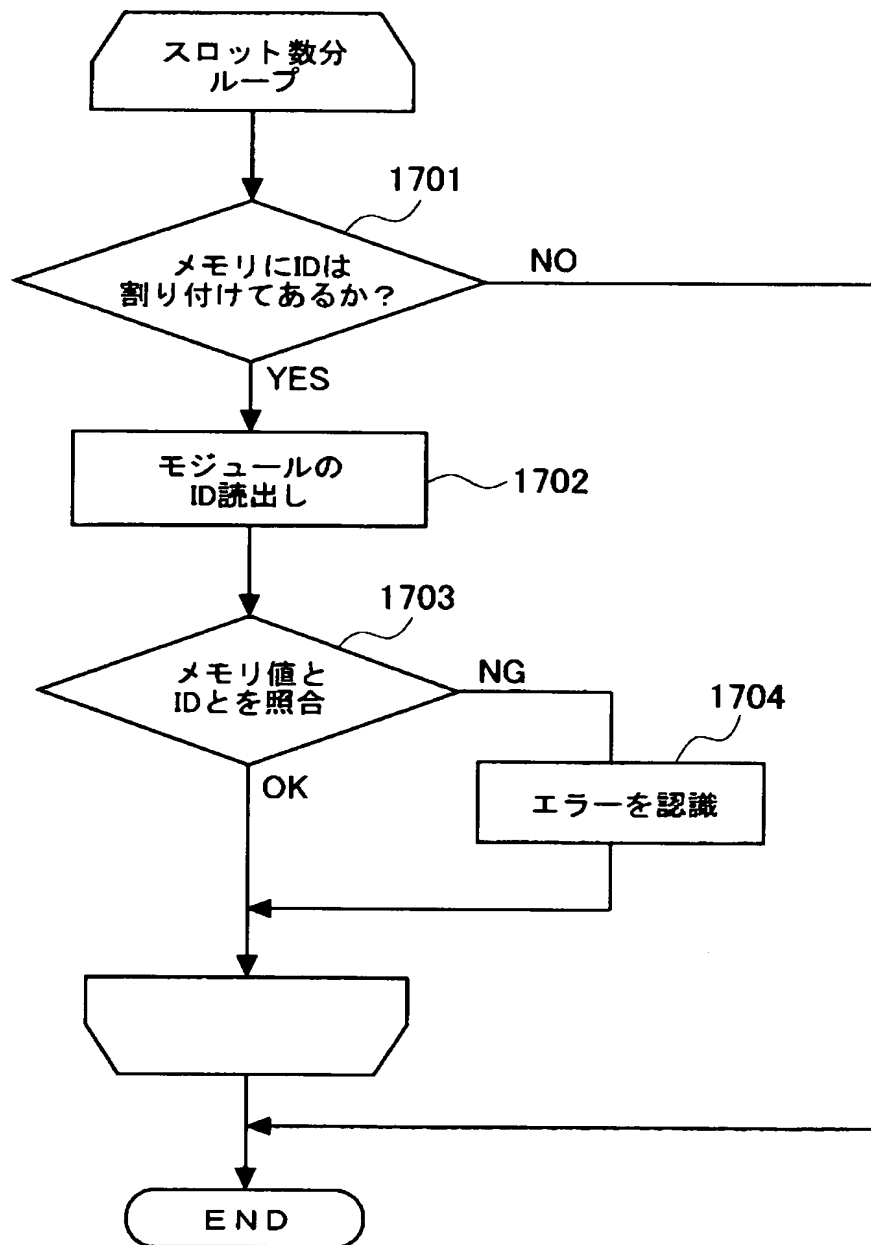
マットスイッチモードにおける  
コントローラの動作を示す状態遷移図

【図 50】

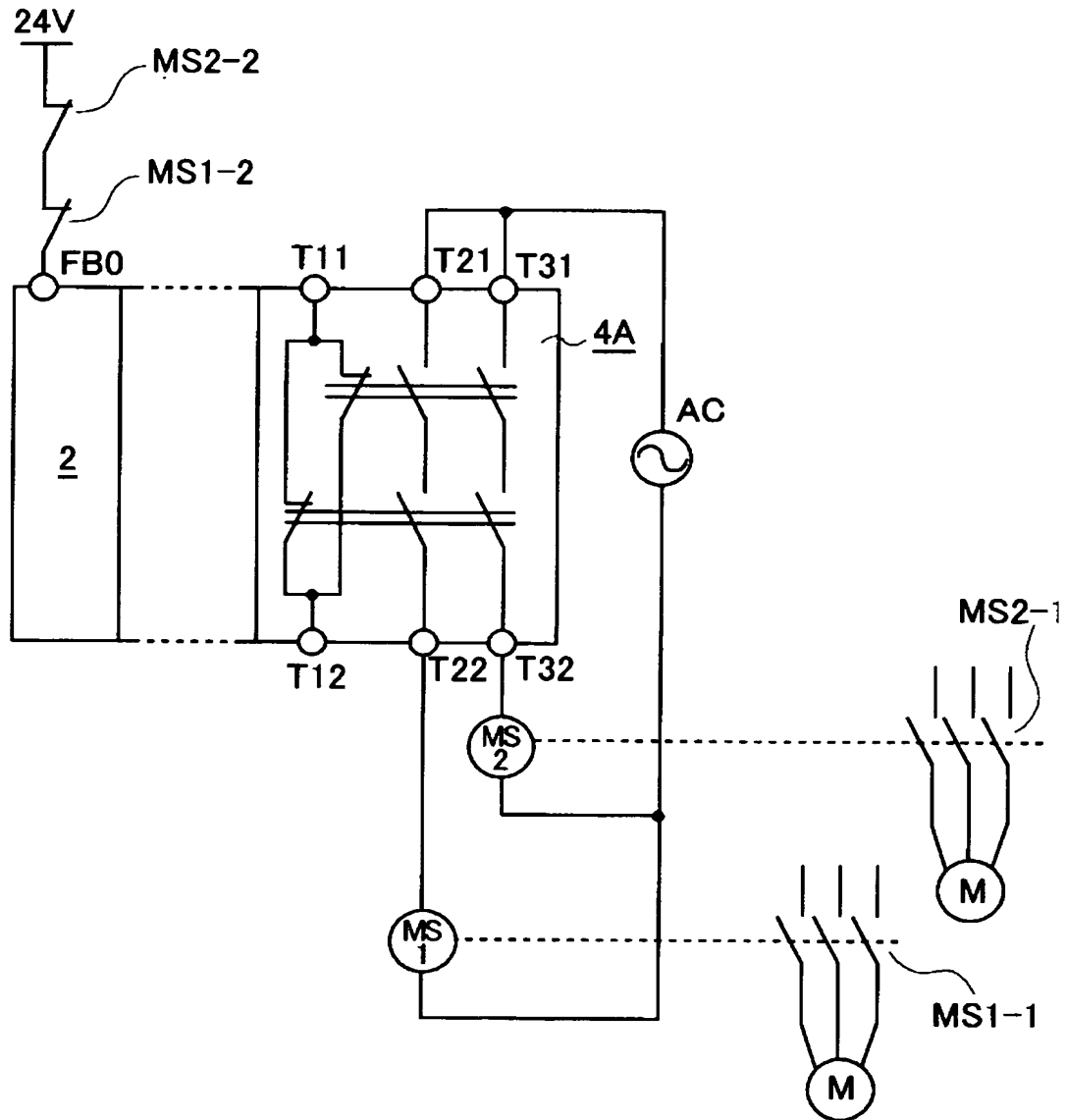


マットスイッチのON/OFFを  
判定するための処理プログラムを示すフローチャート

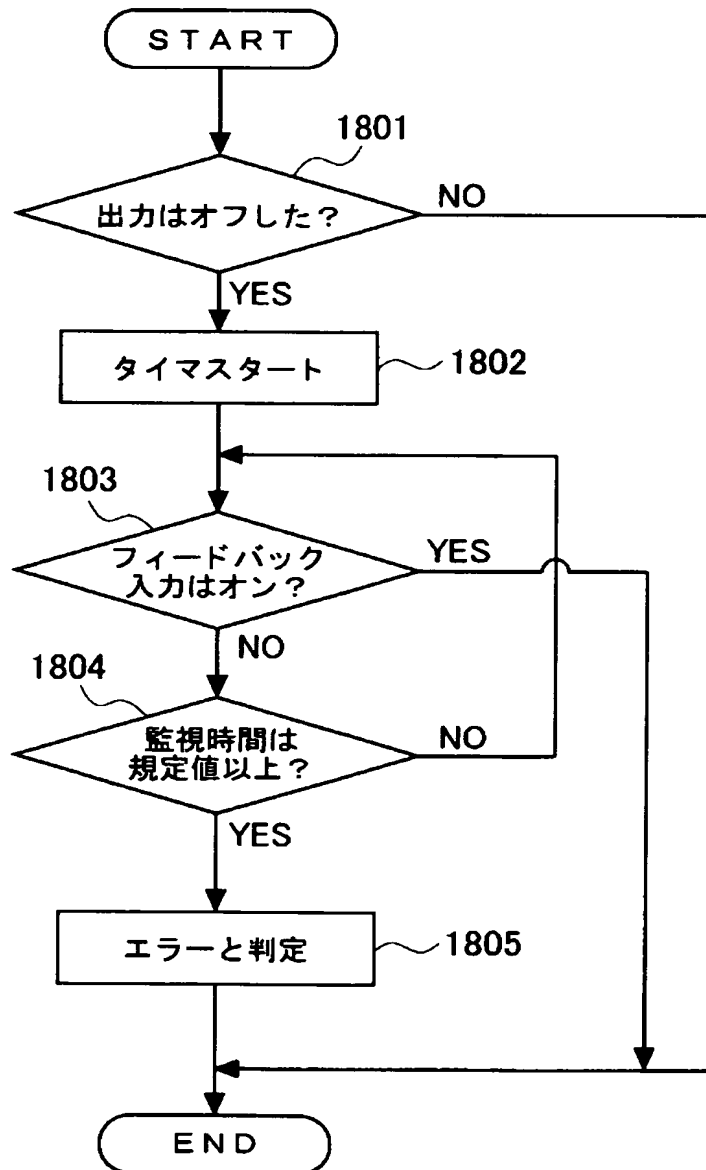
【図 51】

モジュールチェック処理の詳細を示すフローチャート

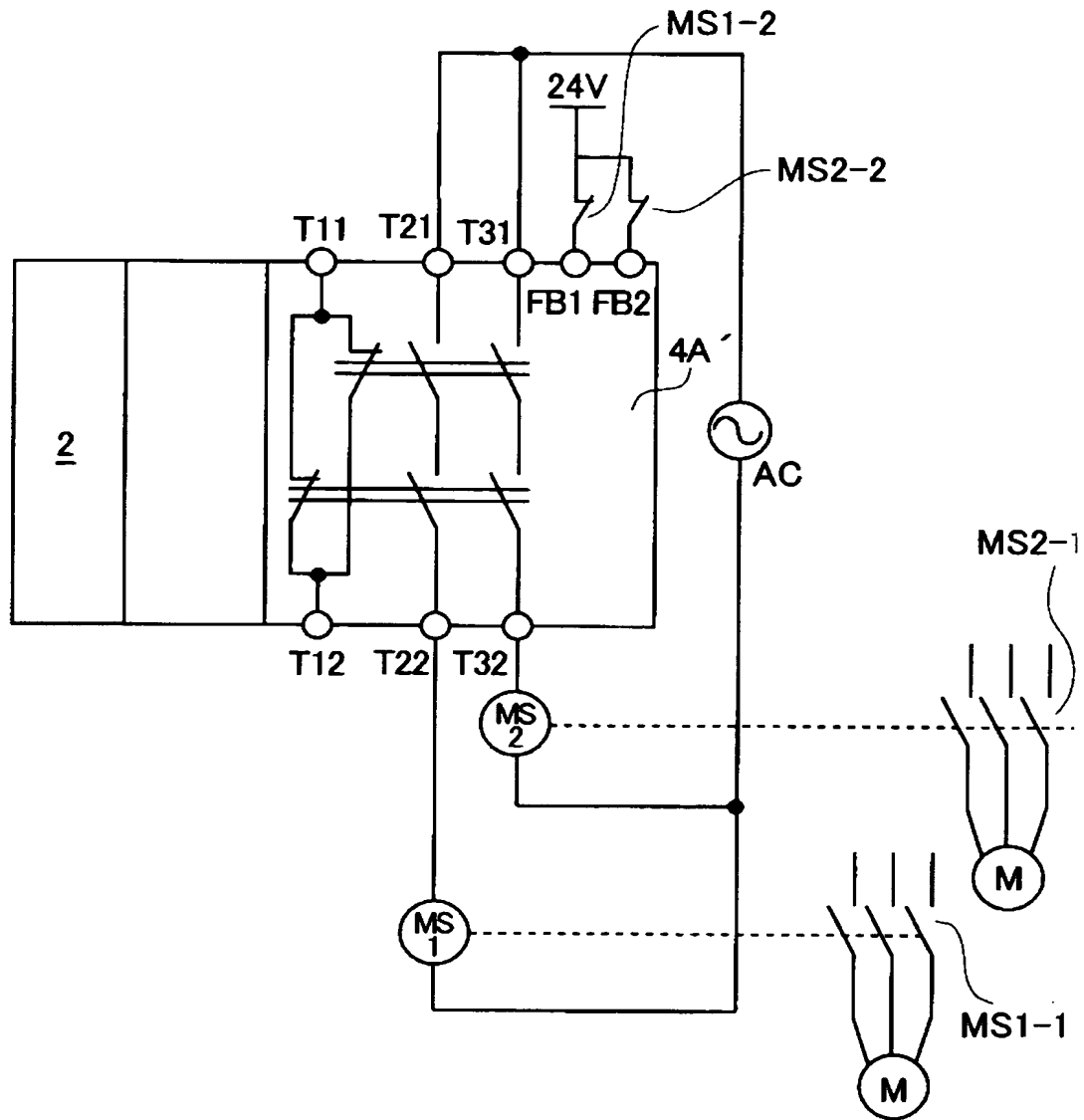
【図 5 2】

第1のバックチェックのための結線方法を示す配線図

【図 53】

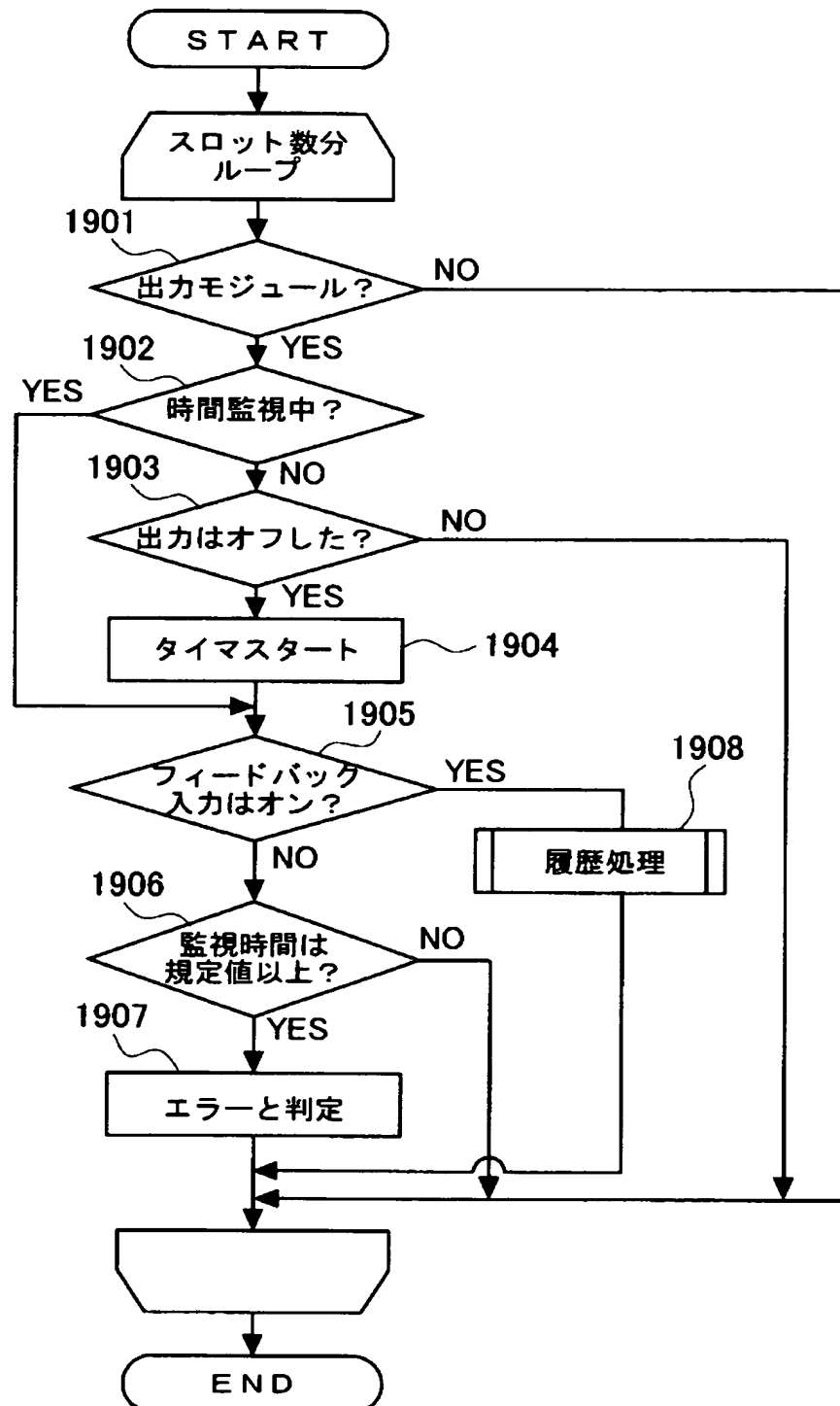
第1のバックチェックのための処理を示すフローチャート

【図 54】



第2のバックチェックのための結線方法を示す配線図

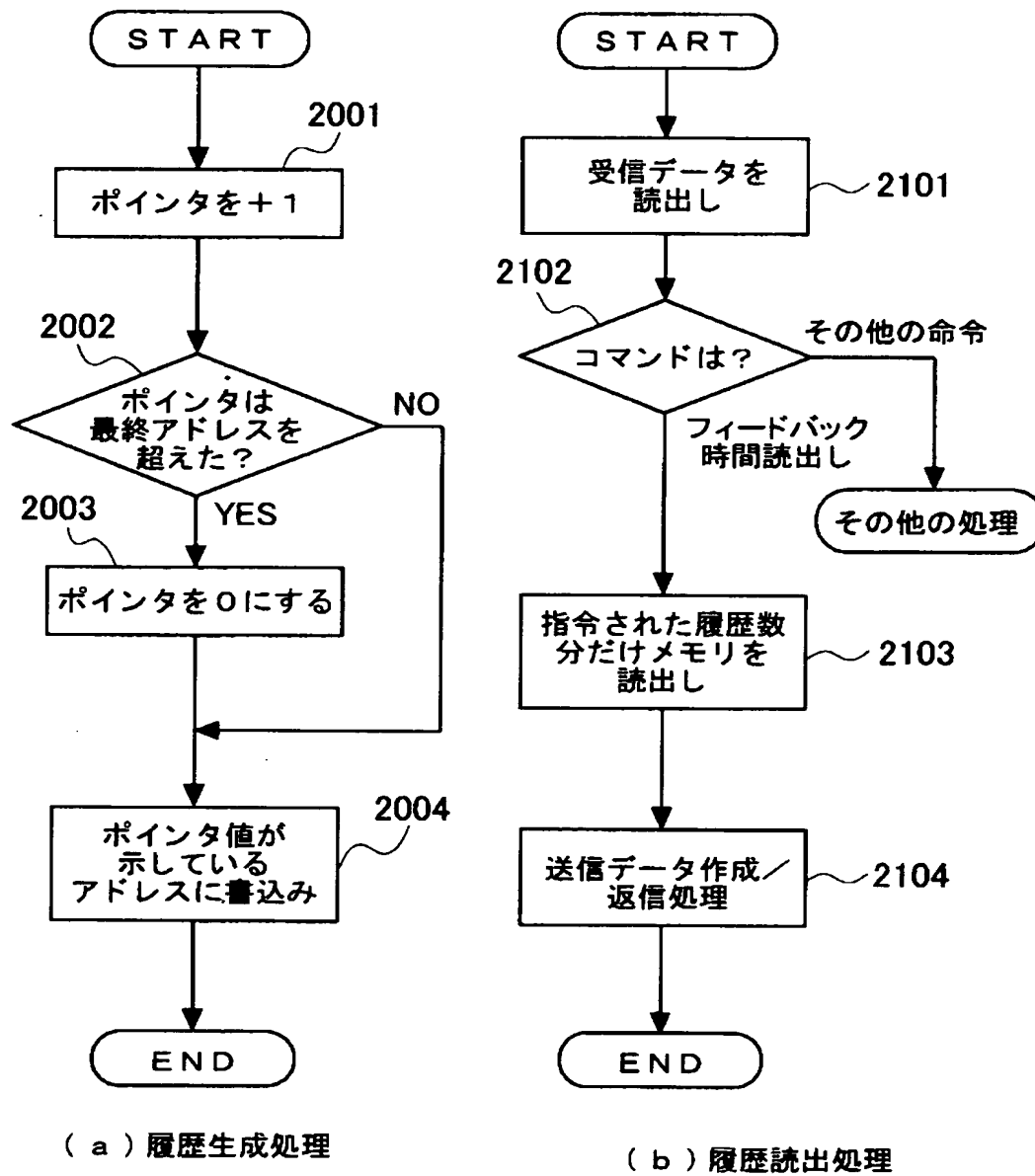
【図 55】



第2のバックチェックのための  
処理を示すフローチャート（その1）




【図 56】



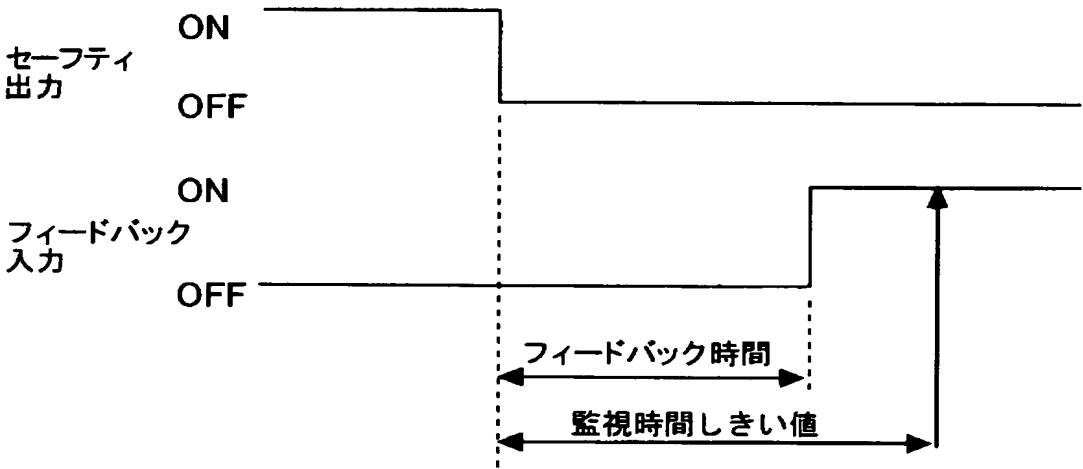
第2のバックチェックのための  
処理を示すフローチャート ( その 2 )

【図 5 7】

アドレス	フィードバック測定時間	ポインタ位置
0001	95ms	
0002	100ms	
0003	102ms	●
0004	100ms	
.	.	
.	.	
000F	98ms	



( a ) 履歴生成領域のメモリマップ

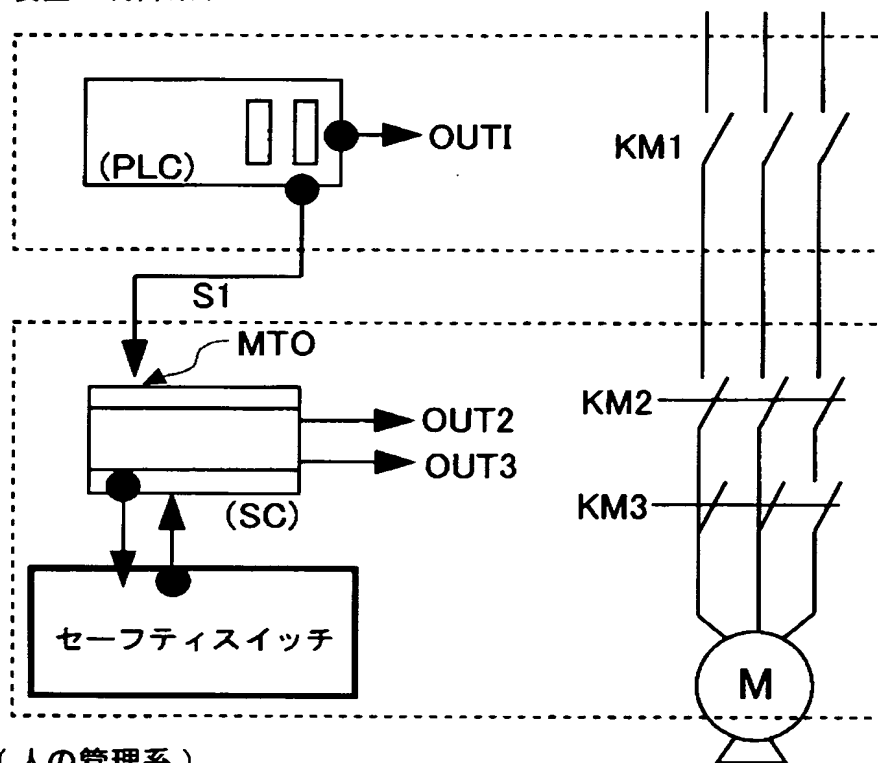


( b ) 接点溶着診断原理を説明するための波形図

第2のバックチェック時を利用した接点溶着診断の説明図

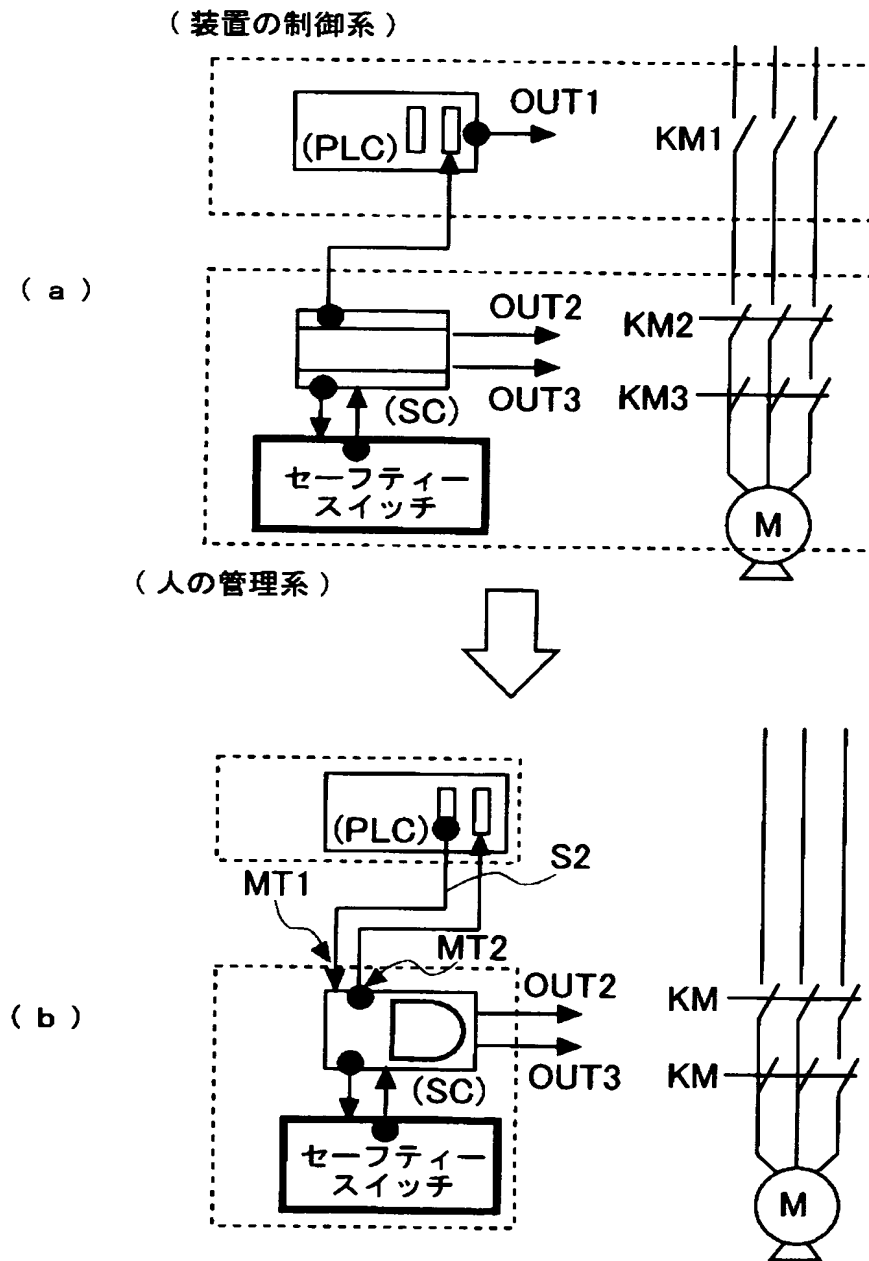
【図 58】

(装置の制御系)



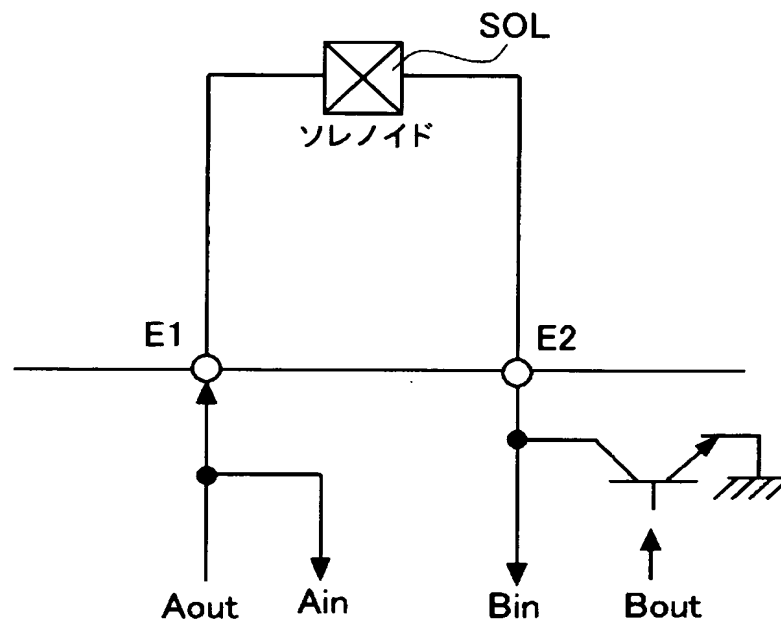
動作状態モニタ端子付の  
セーフティコントローラの説明図 (その 1)

【図 59】

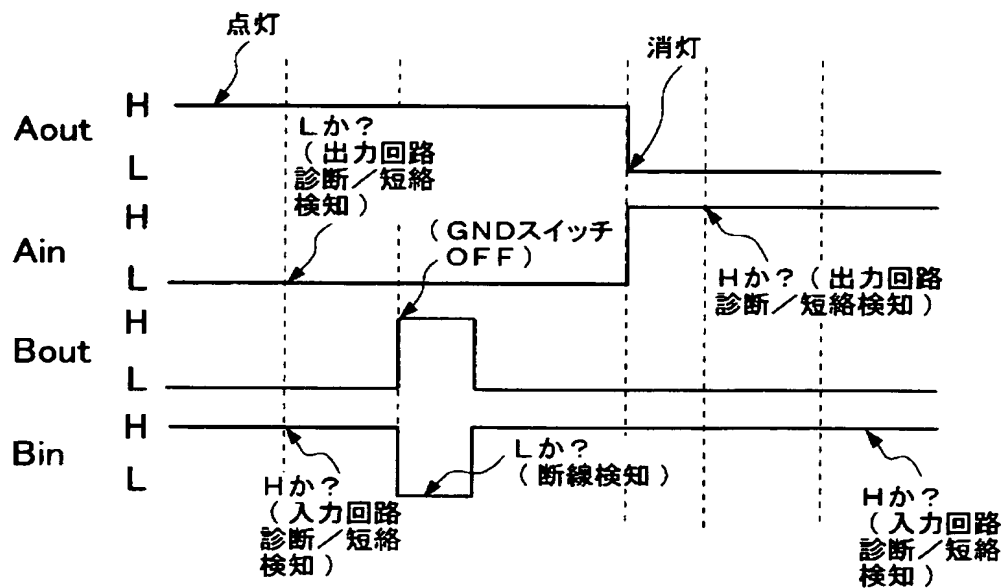


動作状態モニタ端子付の  
セーフティコントローラの説明図 (その2)

【図 60】



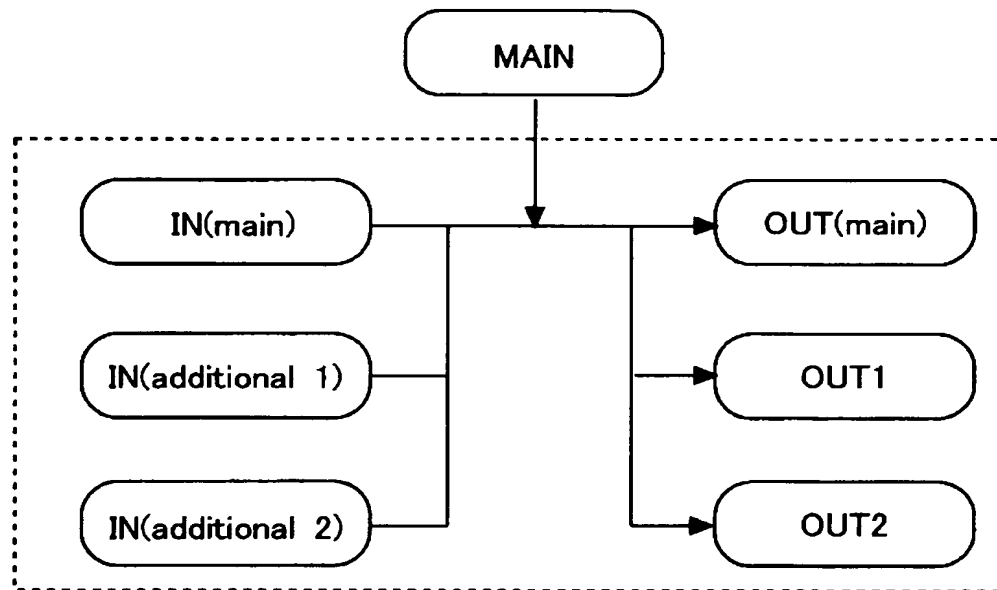
( a ) 入力回路の構成図



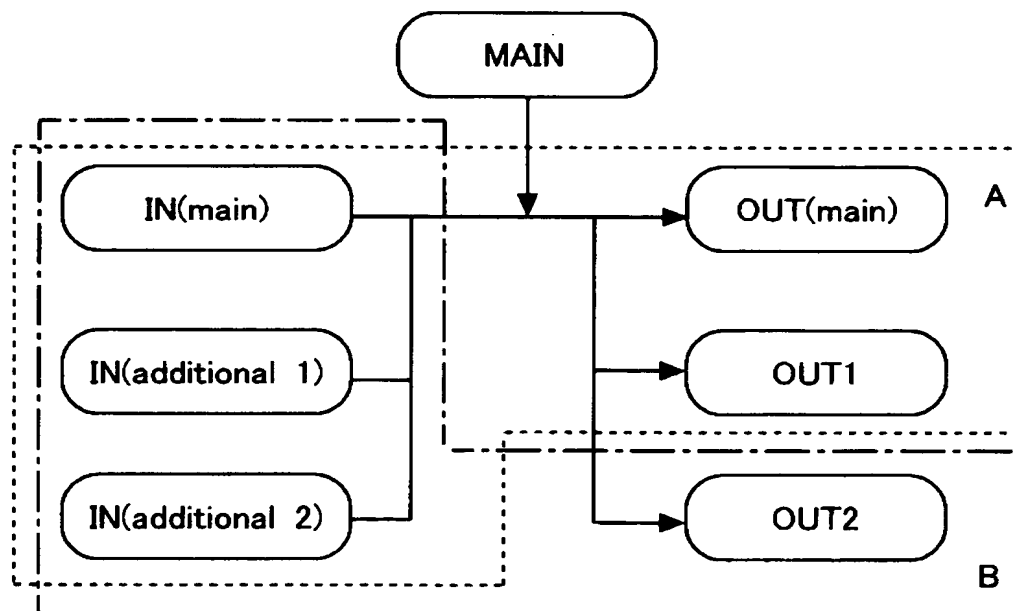
( b ) 診断原理を説明する波形図

### 入力回路を利用したソレノイド診断の説明図

【図 6 1】



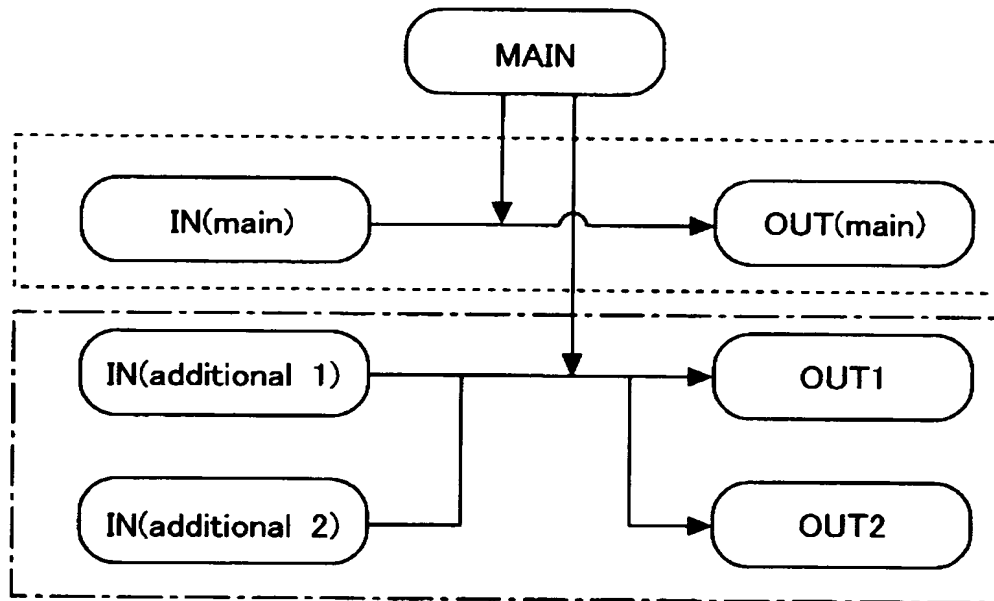
( a ) OR 対応の出力一括OFF



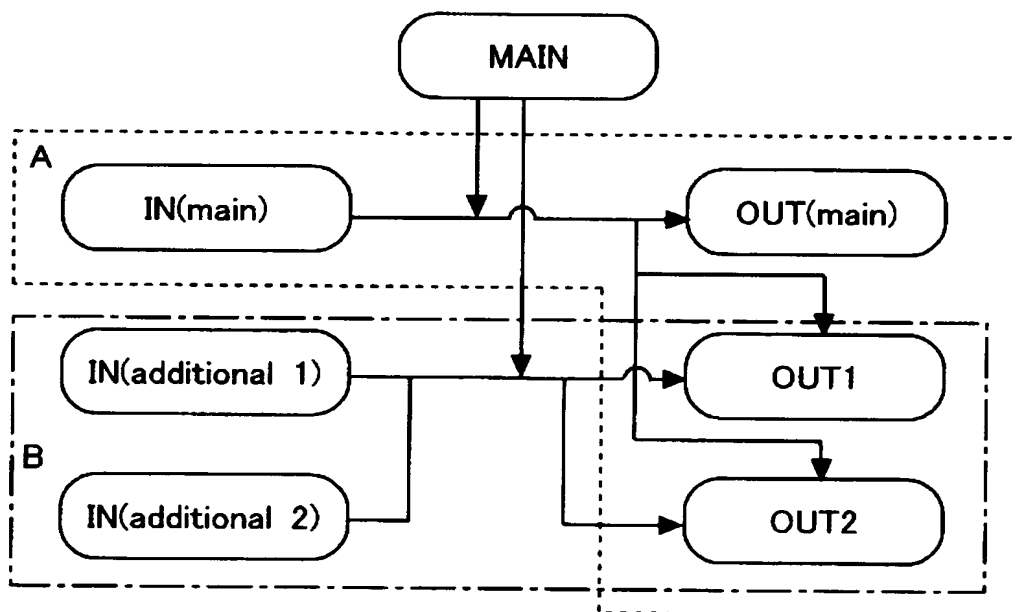
( b ) 瞬時及び遅延対応の出力一括OFF

各セーフティスイッチに対応した出力制御態様 ( その 1 )

【図 6 2】



( a ) 入力別対応の出力分割 O F F



( b ) 入力別対応の出力分割 (一部重複) O F F

各セーフティスイッチに対応した出力制御態様 (その 2)

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 予め予定された複数種類のセーフティスイッチのいずれかであれば、どの種類のセーフティスイッチにも簡単な操作で必要な動作プログラムを設定することができ、しかも欧州等への輸出に際しても、セーフティシステムへの組み込みの都度、セーフティ規格認定を受ける必要がないセーフティコントローラを提供すること。

【解決手段】 基本モジュール（２）には、外部入力端子部（３２，３３）から取り込まれるセーフティ入力信号の状態と外部出力端子部（４１，４２）へと送り出されるセーフティ出力信号の状態との関係を規定するセーフティ動作プログラムを予定されるセーフティスイッチの種類別に記憶させた動作プログラム記憶手段と、外部入力端子部（３１，３２）とその外部入力端子部に接続されるべきセーフティスイッチの種別とを設定するためのスイッチ種別設定手段と、動作プログラム記憶手段に記憶された複数種のセーフティ動作プログラムの中で、設定手段にて設定されたスイッチ種別に対応するセーフティ動作プログラムを選択し、これを設定手段にて設定された外部入力端子部（３１，３２）に関して実行する動作プログラム実行手段と、が具備されている。

【選択図】 図１



特願 2 0 0 3 - 0 6 8 9 4 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 5 9 2 2 2 0 0 6 0 ]

1 . 変更年月日 1 9 9 2 年 1 0 月 2 0 日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府高槻市東天川 1 丁目 5 番 1 号

氏 名 日本制禦機器株式会社

特願 2 0 0 3 - 0 6 8 9, 4 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 2 9 4 5 ]

1. 変更年月日

2 0 0 0 年 8 月 1 1 日

[変更理由]

住所変更

住 所

京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 8 0 1 番地

氏 名

オムロン株式会社